

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-69510

(P2000-69510A)

(43)公開日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テーマコード*(参考)

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

C 5 K 0 0 2

H 0 4 B 10/14

H 0 4 B 9/00

Q 5 K 0 6 9

10/135

T

10/13

10/12

審査請求 有 請求項の数51 O L (全 27 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平10-234245

(22)出願日 平成10年8月20日(1998.8.20)

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 朝日 光司

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 100082935

弁理士 京本 直樹 (外2名)

Fターム(参考) 5K002 AA05 BA04 BA05 BA06 DA02

DA09 DA13 EA05 FA01

5K069 AA10 BA09 CB04 CB10 DB33

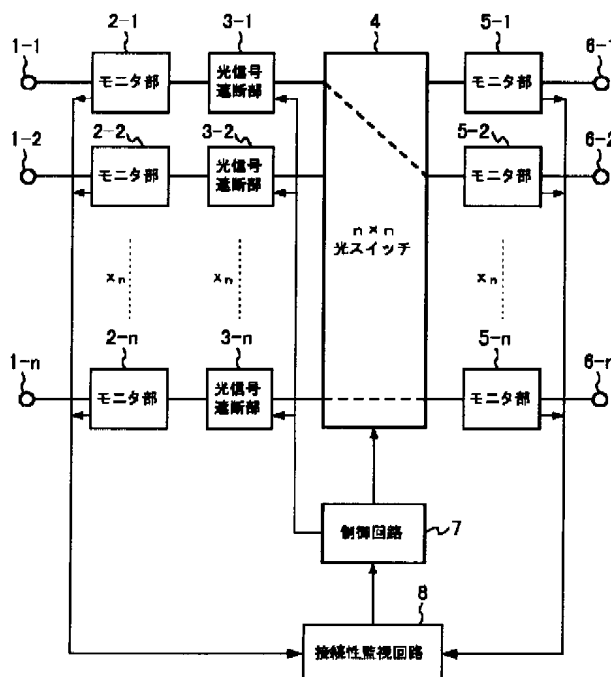
EA22 EA23 EA24 EA29 FA26

(54)【発明の名称】 光路切替装置とその使用方法およびこの光路切替装置を用いた光ADM装置と光クロスコネクトネットワーク装置

(57)【要約】

【課題】 光路を切替える前に光スイッチの接続性が確認できるようにし、光スイッチを使用した光伝送システムの信頼性を向上させる。

【解決手段】 光信号がそれぞれ入力される複数の入力端子と、光信号がそれぞれ出力される複数の出力端子と、入力端子と出力端子の間の光路を切替える光スイッチとを備え、光スイッチが入力端子と切替前に光路が接続されている切替前出力端子から新たに光路が接続される切替先出力端子に光路を切替える場合に、一時的に切替前出力端子と切替先出力端子との双方に光路を接続するブリッジ接続機能を備えている。入力端子と光スイッチの間、及び光スイッチと出力端子との間にはそれぞれ光信号の状態をモニタする第1及び第2のモニタ部が配置されている。モニタ部からの光路切替前後の光信号の状態を示す接続性情報から光スイッチの接続性を監視する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光信号がそれぞれ入力される少なくとも 2 の光信号入力端子と、
光信号がそれぞれ出力される少なくとも 2 の光信号出力端子と、
前記光信号入力端子と前記光信号出力端子の間の光路を切替える光路切替手段と前記光路切替手段を制御する制御回路とを備えた光路切替装置であって、
前記光路切替手段は、
前記光信号出力端子のうち切替前に前記光信号入力端子と光路が接続されている切替前光信号出力端子から新たに光路が接続される切替先光信号出力端子に光路を切り替える場合に、一時的に前記切替前光信号出力端子と前記切替先光信号出力端子との双方に光路を接続するブリッジ接続手段を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の光路切替装置であって、さらに前記光路切替手段と前記光信号出力端子との間にそれぞれ配置され、前記光路切替手段から出力される出力光信号の状態をモニタする第 2 のモニタ手段を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項 3】 請求項 2 記載の光路切替装置であって、さらに前記光信号入力端子と前記光路切替手段の間にそれぞれ配置され、前記光路切替手段に入力される入力光信号の状態をモニタする第 1 のモニタ手段を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項 4】 請求項 2 記載の光路切替装置であって、さらに、
前記出力光信号の状態から得られる接続性情報によって前記光路切替手段の接続性を監視し、あらかじめ定められた基準を満たしている場合に前記光路切替手段が前記切替前光信号出力端子から前記切替先光信号出力端子への完全な切替を実行するように制御信号を前記制御回路に出力するに接続性監視回路を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項 5】 請求項 3 記載の光路切替装置であって、さらに、
前記入力光信号と前記出力光信号のそれぞれの状態から得られる接続性情報によって前記光路切替手段の接続性を監視し、あらかじめ定められた基準を満たしている場合に前記光路切替手段が前記切替前光信号出力端子から前記切替先光信号出力端子への完全な切替を実行するように制御信号を前記制御回路に出力するに接続性監視回路を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項 6】 前記接続性情報は、
前記入力光信号と前記出力光信号のそれぞれの光レベルであることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載の光路切替装置。

【請求項 7】 前記接続性情報は、
前記入力光信号と前記出力光信号に付加されたヘッダ情

報であることを特徴とする請求項 4 又は請求項 5 記載の光路切替装置。

【請求項 8】 請求項 1 から請求項 7 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置であって、さらに、
前記光信号入力端子と前記光路切替手段との間にそれぞれ配置され、前記光信号入力端子から前記光路切替手段に入力される光信号を遮断する光信号遮断部を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項 9】 前記制御回路は、少なくとも前記切替前光信号出力端子と前記切替先光信号出力端子との双方に光路が接続されている間は、光路切替前に前記切替先光信号出力端子に接続されている光信号入力端子に対応する前記光信号遮断部に対して該光信号遮断部に入力される光信号を遮断するよう制御する光信号遮断制御手段を備えていることを特徴とする請求項 8 記載の光路切替装置。

【請求項 10】 前記光路切替手段は、
導波路型光スイッチを含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 11】 前記導波路型光スイッチは、
ニオブ酸リチウムを基板とする導波路型光スイッチを含むことを特徴とする請求項 10 記載の光路切替装置。

【請求項 12】 前記第 1 のモニタ手段は、
前記入力光信号の一部を分岐して分岐入力光信号を出力する第 1 の光分岐器と、
前記分岐入力光信号をモニタする受光素子とを含んでいることを特徴とする請求項 3 から請求項 11 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 13】 前記第 1 のモニタ手段は、
前記入力光信号の光レベルをモニタする光レベルモニタ手段と、
前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段と、
前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを含んでいることを特徴とする請求項 3 から請求項 11 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 14】 前記第 1 のモニタ手段は、
前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段と、
前記電気信号をモニタする電気信号モニタ手段と、
前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを含んでいることを特徴とする請求項 3 から請求項 11 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 15】 前記第 1 のモニタ手段は、
前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段と、
前記光信号に付加されたヘッダを終端処理するヘッダ終端回路と、
前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを

3

含んでいることを特徴とする請求項3から請求項11までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項16】 少なくとも2の光信号入力端子と、少なくとも2の光信号出力端子と、前記光信号入力端子と前記光信号出力端子の間の光路を切替える光路切替手段とを備えた光路切替装置の使用方法であって、前記光信号入力端子から前記光路切替手段に光信号を入力する光信号入力工程と、前記光信号を切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子にのみ出力する切替前光信号出力工程と、前記光信号を前記切替前光信号出力端子と切替先の光信号出力端子の双方に出力するブリッジ接続工程と前記光信号を前記切替先の光信号出力端子にのみ出力する切替先光信号出力工程とを含むことを特徴とする小売り切替装置の使用方法。

【請求項17】 少なくとも2の光信号入力端子と、少なくとも2の光信号出力端子と、前記光信号入力端子と前記光信号出力端子の間の光路を切替える光路切替手段と、前記光路切替手段と前記光信号出力端子との間にそれぞれ配置された第2のモニタ手段とを備えた光路切替装置の使用方法であって、前記光信号入力端子から前記光路切替手段に光信号を入力する光信号入力工程と、前記光信号を切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子にのみ出力する切替前光信号出力工程と、前記光信号を前記切替前光信号出力端子と切替先の光信号出力端子の双方に出力するブリッジ接続工程と前記第2のモニタ手段により前記切替先光信号出力端子から出力される切替先光信号をモニタする切替先光信号モニタ工程と、前記切替先光信号があらかじめ定められた基準を満たす場合に前記切替先光信号出力端子にのみ出力するよう完全に光路切替を行う切替先光信号出力工程とを含むことを特徴とする光路切替装置の使用方法。

【請求項18】 少なくとも2の光信号入力端子と、少なくとも2の光信号出力端子と、前記光信号入力端子と前記光信号出力端子の間の光路を切替える光路切替手段と、前記光信号入力端子と前記光路切替手段の間にそれぞれ配置される第1のモニタ手段と、前記光路切替手段と前記光信号出力端子との間にそれぞれ配置された第2のモニタ手段とを備えた光路切替装置の使用方法であって、前記光信号入力端子から前記光路切替手段に光信号を入力する光信号入力工程と、前記光信号を切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子にのみ出力する切替前光信号出力工程と、前記光信号を前記切替前光信号出力端子と切替先の光信号出力端子の双方に出力するブリッジ接続工程と、

(3)

10

20

30

40

50

特開2000-69510

4

前記第1のモニタ手段により前記光路切替手段に入力される入力光信号をモニタする入力光信号モニタ工程と、前記第2のモニタ手段により前記切替先光信号出力端子から出力される切替先光信号をモニタする切替先光信号モニタ工程と、

前記入力光信号と前記切替先光信号を比較してあらかじめ定められた基準を満たす場合に前記切替先光信号出力端子にのみ出力するよう完全に光路切替を行う切替先光信号出力工程とを含むことを特徴とする光路切替装置の使用方法。

【請求項19】 光路切替装置は、さらに、前記光路切替手段の入力側にそれぞれ光信号遮断手段を備えており、少なくとも前記ブリッジ接続工程においては、切替前における前記切替先光信号出力端子に接続されている光信号入力端子から前記光路切替手段への光信号の入力を前記光信号遮断手段により遮断する光信号遮断工程を含んでいることを特徴とする請求項16から請求項18までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置の使用方法。

【請求項20】 光伝送路から送出された伝送路入力光信号が入力される伝送路側入力端子と、光送信器から送出される送信光信号が入力される送信器側入力端子と、光伝送路へ送出される伝送路出力光信号を出力する伝送路側出力端子と、光受信器へ送出される受信光信号が出力される受信器側出力端子とを有し、前記伝送路側入力端子と前記送信器側入力端子を含む光信号入力端子と、前記伝送路側出力端子と前記受信器側出力端子とを含む光信号出力端子の間で光路切替を行う光路切替手段とを備えた光路切替装置であって、前記光路切替手段は、光信号入力端子と切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子から新たに光路が接続される切替先光信号出力端子に光路を切り替える場合に、一時的に前記切替前光信号出力端子と前記切替先光信号出力端子との双方に光路を接続するブリッジ接続手段を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項21】 請求項20記載の光路切替装置は、さらに、前記ブリッジ接続手段により、一時的に前記切替前光信号出力端子と前記切替先光信号出力端子との双方に光路が接続されている間は、前記光路切替手段への前記送信光信号の入力を遮断する光信号遮断手段を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項22】 前記光受信器は、前記受信器側出力端子から出力される光信号を受信して接続性情報を検出する接続性情報検出手段を備えていることを特徴とする請求項20又は請求項21記載の光路切替装置。

【請求項 2 3】 請求項 2 1 又は請求項 2 2 記載の光路切替装置であって、さらに、前記接続性情報から前記光路切替手段の接続性を監視する接続性監視回路を備えていることを特徴とする光路切替装置。

【請求項 2 4】 前記接続性監視回路は、前記接続性情報があらかじめ定められた基準を満たしている場合に、前記光路切替手段が前記伝送路側出力端子から前記受信器側出力端子への完全な切替を実行するように制御信号を前記制御回路に送出することを特徴とする請求項 2 3 記載の光路切替装置。

【請求項 2 5】 前記接続性情報は、前記入力光信号と前記出力光信号のそれぞれの光レベルであることを特徴とする請求項 2 2 から請求項 2 4 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 2 6】 前記接続性情報は、前記入力光信号と前記出力光信号に付加されたヘッダ情報であることを特徴とする請求項 2 2 から請求項 2 4 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 2 7】 前記光路切替手段は、導波路型光スイッチを含むことを特徴とする請求項 2 2 から請求項 2 4 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 2 8】 前記導波路型光スイッチは、ニオブ酸リチウムを基板とする導波路型光スイッチを含むことを特徴とする請求項 2 0 から請求項 2 7 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 2 9】 前記第 1 のモニタ手段は、前記入力光信号の一部を分岐して分岐入力光信号を出力する第 1 の光分岐器と、前記分岐入力光信号をモニタする受光素子とを含んでいることを特徴とする請求項 2 0 から請求項 2 8 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 3 0】 前記第 1 のモニタ手段は、前記入力光信号の光レベルをモニタする光レベルモニタ手段と、前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段と、前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを含んでいることを特徴とする請求項 2 0 から請求項 2 8 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 3 1】 前記第 1 のモニタ手段は、前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段と、前記電気信号をモニタする電気信号モニタ手段と、前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを含んでいることを特徴とする請求項 2 0 から請求項 2 8 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 3 2】 前記第 1 のモニタ手段は、前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段

と、前記光信号に付加されたヘッダを終端処理するヘッダ終端回路と、

前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを含んでいることを特徴とする請求項 2 0 から請求項 2 8 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置。

【請求項 3 3】 請求項 2 0 から請求項 3 2 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置を複数備えた光路切替装置を用いた光 ADM 装置であって、

1 の前記光路切替装置に入力される前記伝送路入力信号と前記送信光信号および前記受信光信号と前記伝送路出力光信号は同じ波長帯域に属する光信号で、かつそれぞれの前記光路切替装置に入力される伝送路光信号は互いに異なる波長を有しており、さらに波長多重化された前記伝送路入力光信号を分波して前記各光路切替装置に出力する光合波器と、前記伝送路出力信号を合波して出力する光合波器とを備えていることを特徴とする光路切替装置を用いた光 ADM 装置。

【請求項 3 4】 前記伝送路の送信側端部に配置され、前記各波長帯域に属する光信号をそれぞれ送出する光送信端局と、前記光信号を合波して波長多重化光信号を前記伝送路に送出する送信側光合波器とを有する送信部と、

前記伝送路の受信側端部に配置され、波長多重化光信号を分波して前記各波長帯域に属する光信号に分波する光分波器と、前記光信号をそれぞれ受信する光受信端局とを有する受信部と、

前記伝送路に配置された少なくとも一つの請求項 3 3 記載の光路切替装置を用いた光 ADM 装置とを備えていることを特徴とする光 ADM 装置を備えた光伝送装置。

【請求項 3 5】 複数の光伝送路からそれぞれ送出された伝送路入力光信号がそれぞれ入力される複数の伝送路側入力端子と、光送信器から送出される送信光信号が入力される送信器側入力端子と、複数の光伝送路へそれぞれ送出される伝送路出力光信号をそれぞれ出力する伝送路側出力端子と、光受信器へ送出される受信光信号が出力される受信器側出力端子とを有し、

前記各伝送路側入力端子と前記送信器側入力端子を含む光信号入力端子と、前記各伝送路側出力端子と前記受信器側出力端子とを含む光信号出力端子の間で光路切替を行う光路切替手段とを備えた光路切替装置を用いた光 ADM 装置であって、

前記光路切替手段は、光信号入力端子と切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子から新たに光路が接続される切替先光信号出力端子に光路を切り替える場合に、一時的に前記切替前光信号出力端子と前記切替先光信号出力端子との双

方に光路を接続するブリッジ接続手段を備えていることを特徴とする光路切替装置を用いた光ADM装置

【請求項 36】 前記伝送路入力光信号は、互いに異なる波長帯域に属する光信号が波長多重化された波長多重化光信号であって、

前記光路切替装置を用いた光ADM装置は、

前記波長帯域に属する光信号の数に対応する前記光送信器と前記光受信器と前記伝送路入力端子と前記伝送路出力端子と前記送信器側入力端子と前記受信器側出力端子をそれぞれ備え、さらに、

前記各伝送路と光信号入力端子の間に配置され、前記波長多重化光信号を前記各波長帯域の光信号にそれぞれ分波する光分波器と、

前記光信号出力端子と前記伝送路の間に配置され、前記光信号を波長多重化して波長多重化光信号を前記伝送路に出力する光合波器とを備えており、

前記光路切替手段は、

同じ波長帯域の属する光信号の前記光信号入力端子と光信号出力端子の間で、それぞれ光信号入力端子と切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子から新たに光路が接続される切替先光信号出力端子に光路を切り替える場合に、一時的に前記切替前光信号出力端子と前記切替先光信号出力端子との双方に光路をそれぞれ接続するブリッジ接続手段を備えていることを特徴とする請求項 35 記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 37】 請求項 35 又は請求項 36 記載の光路切替装置を用いた光ADM装置であって、さらに前記光路切替手段と前記光信号出力手段との間にそれぞれ配置され、前記光路切替手段から出力される出力光信号の状態をモニタする第 2 のモニタ手段を備えていることを特徴とする光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 38】 請求項 37 記載の光路切替装置を用いた光ADM装置であって、さらに前記光信号入力端子と前記光路切替手段の間にそれぞれ配置され、前記光路切替手段に入力される入力光信号の状態をモニタする第 1 のモニタ手段を備えていることを特徴とする光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 39】 請求項 38 記載の光路切替装置を用いた光ADM装置であって、さらに、前記出力光信号と前記入力光信号の有する接続性情報から前記光路切替手段の接続性を監視する接続性監視回路を備えていることを特徴とする光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 40】 前記接続性監視回路は、前記接続性情報があらかじめ定められた基準を満たしている場合に、前記光路切替手段が前記切替前光信号出力端子から前記切替先光信号出力端子への完全な切替を実行するように制御信号を前記制御回路に出力することを特徴とする請求項 39 記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 41】 請求項 40 記載の光路切替装置を用いた光ADM装置であって、さらに、前記光信号入力端子と前記光路切替手段との間にそれぞれ配置され、前記光信号入力端子から前記光路切替手段に入力される光信号を遮断する光信号遮断部を備えていることを特徴とする光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 42】 前記制御回路は、光路切替前に前記切替先光信号出力端子に接続されている光信号入力端子に対応する前記光信号遮断部に対して該光信号遮断部に入力される光信号を遮断するよう制御する光信号遮断制御手段を備えていることを特徴とする請求項 41 記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 43】 前記接続性情報は、前記入力光信号と前記出力光信号のそれぞれの光レベルであることを特徴とする請求項 39 から請求項 42 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 44】 前記接続性情報は、前記入力光信号と前記出力光信号に付加されたヘッダ情報であることを特徴とする請求項 39 から請求項 42 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 45】 前記光路切替手段は、導波路型光スイッチを含むことを特徴とする請求項 36 から請求項 44 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 46】 前記導波路型光スイッチは、ニオブ酸リチウムを基板とする導波路型光スイッチを含むことを特徴とする請求項 41 記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 47】 前記第 1 のモニタ手段は、前記入力光信号の一部を分岐して分岐入力光信号を出力する第 1 の光分岐器と、前記分岐入力光信号をモニタする受光素子とを含んでいることを特徴とする請求項 38 から請求項 46 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 48】 前記第 1 のモニタ手段は、前記入力光信号の光レベルをモニタする光レベルモニタ手段と、前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段と、前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを含んでいることを特徴とする請求項 38 から請求項 46 までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項 49】 前記第 1 のモニタ手段は、前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段と、前記電気信号をモニタする電気信号モニタ手段と、

前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを含んでいることを特徴とする請求項38から請求項46までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項50】 前記第1のモニタ手段は、前記入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換手段と、前記光信号に付加されたヘッダを終端処理するヘッダ終端回路と、

前記電気信号を光信号に変換する電気-光変換手段とを含んでいることを特徴とする請求項38から請求項46までのいずれかの請求項に記載の光路切替装置を用いた光ADM装置。

【請求項51】 請求項36又は請求項37記載の光路切替装置を用いた光ADM装置が複数配置され、前記光ADM機能を備えた光路切替装置が伝送路によりネットワーク状に接続されていることを特徴とする光クロスコネクタネットワーク装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光スイッチなどを使用した光信号の経路設定、および切替を行う光路切替装置とこの装置を使用した光路の切替方法に関し、光信号の経路を切替える際に、該当する経路の接続性、すなわちコネクティビティの確認が可能な光路切替装置とその使用方法に関する。また、本発明は、これらの光路切替装置を用いた光ADM装置および光クロスコネクタネットワーク装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、光スイッチを使用した光ADM (Add and Drop Multiplexing) や光クロスコネクタネットワーク装置などは、波長分割多重(WDM)技術と組み合わせることにより、大容量の信号を処理することができる。しかも、光スイッチにより大容量信号の切り替えが可能となるため、容易な信号の経路(パス)設定が可能であり、さまざまな研究開発がなされている。

【0003】これまで、光クロスコネクタネットワーク装置は、局(ノード)間の信号経路をいかに効率よく、経路設定やプロテクションなどの機能を実現するかという点に重点が置いて研究がなされてきた。しかしながら、このような光クロスコネクタネットワーク装置を構成する際、光信号の経路を切替える際の動作、特に、装置故障や誤設定などの場合の動作などについては必ずしも検討の対象とはなっておらず、配慮がなされていないのが現状である。

【0004】図34は、従来の技術による光路切替装置の構成の一例を示したものである。図34において、2301-1~2301-nは光信号入力端子、2302-1~2302-nは第1のモニタ部、2303はn×

n光スイッチ、2304-1~2304-nは第2のモニタ部、2305-1~2305-nは光信号出力端子、2306は光路制御回路、2307、2308は警報出力回路をそれぞれ示している。

【0005】光信号入力端子2301-1~2301-nに入力された光信号は、第1のモニタ部2302-1~2302-nを介してn×n光スイッチ2303に入力される。光スイッチ2303では、光路制御回路2306から発せられる制御信号に基づいて、n個の入力ポートとn個の出力ポートとを任意に選択的に接続し、各出力ポートから光路切替された光信号をそれぞれ出力する。

【0006】光スイッチ2303から出力されるn本の出力光信号は、第2のモニタ手段2304-1~2304-nを介してそれぞれ光信号出力端子2305-1~2305-nに出力される。すなわち、入力端子2301-1~2301-nに入力された光信号は、光スイッチ2303において経路が設定されることにより、出力端子2305-1~2305-nのうち、所望の端子から出力されるようにすることが可能である。

【0007】ここで、従来の技術による光路切替装置における信号切替え動作について、図35及び図36を用いてもう少し詳しく説明する。

【0008】図35は、光路切替前の状態を示している。図35において、光スイッチ2303の光路の設定により、入力端子2301-1に入力されたサービス信号1は出力端子2305-2に出力され、入力端子2301-nに入力されたサービス信号2は出力端子2305-nにそれぞれ出力されている。このとき、サービス信号1、2に関する監視情報がモニタ手段2302-1、2302-nからアラーム出力回路2307に送出される。また、モニタ手段2304-2、2304-nからはアラーム出力回路2308に監視情報が送出される。これらの監視情報により、光スイッチ4の前後における接続状態が確認、監視されている。

【0009】上述した従来のこの種の光路切替装置の構成を示す参考文献としては、例えばChung peng Fan, "Examining an integrated solution to optical transport networking.", Wavelength Division Multiplexing: (The first ever European meeting place for WDM Systems, Network, Marketing & Engineering Professionals), November 1997, London 参照ページ: pp. 18-23や, Satoru Okamoto et al., "Optical path cross-connect node architectures for photon

10

20

30

40

50

ic transport network.", Journal of Lightwave Technology, Vol. 14, No. 6, June 1996, pp. 1410-1422のFig. 4、12に開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】ここで、従来の技術により光路切替装置においては、サービス信号2を出力端子2305-1に切替えるよう動作させようとしたが、誤設定によって、サービス信号1を出力端子2305-1へ切替えてしまうことが起こりうる。このような場合の状態を示したのが図36である。

【0011】このとき、光スイッチの誤設定により、出力端子2305-2に出力されていたサービス信号1は、出力端子2305-1に完全に切替わってしまう。この場合にでも、モニタ手段2304-2からは所望のサービス信号が断になったとの情報が出力され警報として通知することはでき、この警報をもって誤設定を修正することが一応可能である。しかしながら、所望のサービス信号が断になったとの警報を受けてから誤設定を修正するまでに一定の時間が必要であり、サービス信号1は一旦切断してしまうという問題点が生じる。

【0012】本発明による光路切替装置は、光路を切替える前の接続性が確認できるようにすることを目的としている。そして、光スイッチを使用した光伝送システムの信頼性を向上させることを目的としている。

【0013】なお、光信号の光路を切替える場合に、光路の接続性を前もって確認するという事は非常に重要なことであるにもかかわらず、これまで課題として認識され具体的に検討がなされた例は見あたらない。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明の光路切替装置は、光信号がそれぞれ入力される少なくとも2の光信号入力端子と、光信号がそれぞれ出力される少なくとも2の光信号出力端子と、光信号入力端子と光信号出力端子の間の光路を切替える光スイッチとを備えている。そして、上記光スイッチが、光信号入力端子と切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子から新たに光路が接続される切替先光信号出力端子に光路を切り替える場合に、一時的に切替前光信号出力端子と切替先光信号出力端子との双方に光路を接続するブリッジ接続機能を備えていることを特徴としている。

【0015】本発明の光路切替装置は、さらに光スイッチと光信号出力部との間にそれぞれ配置され、前記光スイッチから出力される出力光信号の状態をモニタする第2のモニタ部を備えている。また、光信号入力端子と光スイッチの間にそれぞれ配置され、光スイッチに入力される入力光信号の状態をモニタする第1のモニタ部を備えている。

【0016】本発明の光路切替装置は、光信号の入出力

端子間で光路切替を行う際に、一度に光路を切り替えるのではなく、一時的に切替前光信号出力端子と切替先光信号出力端子との双方に光路を接続するブリッジ接続を行うことを特徴としている。そして、光スイッチの入力端子と出力端子の前後段それぞれに光信号の状態をモニタするモニタ部を配置し、光路切替前後の光信号、特に切替先の出力端子に出力される光信号と光スイッチへの入力前の光信号の状態を比較することにより光スイッチの接続性を監視することができるようにした点に特徴を備えている。特に、接続性監視回路を備えることにより、出力光信号と入力光信号の有する接続性情報から光スイッチの接続性を監視することができる。接続性監視回路は、接続性情報があらかじめ定められた基準を満たしている場合に、光スイッチが切替前光信号出力端子から切替先光信号出力端子への完全な切替を実行するように制御信号を制御回路に出力する。

【0017】ここで、本発明の光路切替装置は、さらに、光信号入力端子と光スイッチとの間に光信号遮断部を配置し、光信号入力端子から光スイッチに入力される光信号を遮断するようにし、ブリッジ接続中には同一の光路に他の信号が入力されないようにしている。制御回路は、光路切替前に切替先光信号出力端子に接続されている光信号入力端子に対応する光信号遮断部に対してこの光信号遮断部に入力される光信号を遮断するよう制御を行う。なお、上記接続性情報は、入力光信号と出力光信号のそれぞれの光レベルとすることも、入力光信号と出力光信号に付加されたヘッダ情報とすることもできる。本発明の光路切替装置に用いるブリッジ機能を備えた光スイッチとして、導波路型光スイッチを適用することができる。この導波路型光スイッチとして、ニオブ酸リチウムを基板とする導波路型光スイッチがあげられる。

【0018】また、本発明の光路切替装置に用いられている上記第1のモニタ部には、入力光信号の一部を分岐して分岐入力光信号を出力する第1の光分岐器と分岐入力光信号をモニタする受光素子とからなる構成や、入力光信号の光レベルをモニタする光レベルモニタ部と入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換部と電気信号を光信号に変換する電気-光変換部とからなる構成や、入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換部と電気信号をモニタする電気信号モニタ部と電気信号を光信号に変換する電気-光変換部とからなる構成や、入力光信号を電気信号に変換する光-電気変換部と前記光信号に付加されたヘッダを終端処理するヘッダ終端回路と電気信号を光信号に変換する電気-光変換部とからなる構成を適用することができる。本発明の光路切替装置はまた、光伝送路から送出された伝送路入力光信号が入力される伝送路側入力端子と、光送信器から送出される送信光信号が入力される送信器側入力端子と、光伝送路へ送出される伝送路出力光信号を出力する伝送路側出力端子

と、光受信器へ送出される受信光信号が出力される受信器側出力端子とを有し、伝送路側入力端子と送信器側入力端子を含む光信号入力端子と、伝送路側出力端子と受信器側出力端子とを含む光信号出力端子の間で光路切替を行う光スイッチとを備えた光路切替装置にも適用することができる。このような構成において、本発明の光路切替装置は、光スイッチが光信号入力端子と切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子から新たに光路が接続される切替先光信号出力端子に光路を切り替える場合に、一時的に切替前光信号出力端子と切替先光信号出力端子との双方に光路を接続するブリッジ接続機能を手段を備えていることを特徴としている。

【0019】本発明の光路切替装置においても、さらに光信号遮断部を備え、光スイッチのブリッジ接続機能により、一時的に切替前光信号出力端子と切替先光信号出力端子との双方に光路が接続されている間は、光スイッチへの送信光信号の入力を遮断することを特徴としている。なお、接続性情報、モニタ部、光スイッチの構成については、上記と同様の構成とすることができる。

【0020】上述した本発明の光路切替装置により、光ADM装置を構成することもできる。すなわち、上記光路切替装置を複数備え、1の光路切替装置に入力される伝送路入力信号と送信光信号および受信光信号と伝送路出力光信号は同じ波長帯域に属する光信号で、かつそれぞれの光路切替装置に入力される伝送路光信号は互いに異なる波長を有することを前提とする。そして、光路切替装置は、さらに、波長多重化された前記伝送路入力光信号を分波して各光路切替装置に出力する光合波器と、伝送路出力信号を合波して出力する光合波器とを備えるようにする。

【0021】さらに、上記光ADM装置により、光伝送装置を構成することもできる。すなわち、伝送路の送信側端部に配置され、各波長帯域に属する光信号をそれぞれ送出する光送信端局と光信号を合波して波長多重化光信号を前記伝送路に送出する送信側光合波器とを有する送信部と、伝送路の受信側端部に配置され、波長多重化光信号を分波して各波長帯域に属する光信号に分波する光分波器と光信号をそれぞれ受信する光受信端局とを有する受信部とを備え、さらに、伝送路に少なくとも一つの上記本発明の光ADM装置を配置することにより、光ADM装置を用いた光伝送装置を構成することができる。

【0022】本発明の光ADM装置はまた、複数の光伝送路からそれぞれ送出された伝送路入力光信号がそれぞれ入力される複数の伝送路側入力端子と、光送信器から送出される送信光信号が入力される送信器側入力端子と、複数の光伝送路へそれぞれ送出される伝送路出力光信号をそれぞれ出力する伝送路側出力端子と、光受信器へ送出される受信光信号が出力される受信器側出力端子とを有し、各伝送路側入力端子と送信器側入力端子を含

む光信号入力端子と、各伝送路側出力端子と受信器側出力端子とを含む光信号出力端子の間で光路切替を行う光スイッチとを備えた構成を基本構成とすることもできる。このような構成において、光スイッチが、光信号入力端子と切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子から新たに光路が接続される切替先光信号出力端子に光路を切り替える場合に、一時的に前記切替前光信号出力端子と前記切替先光信号出力端子との双方に光路を接続するブリッジ接続機能を備えていることを特徴としている。

【0023】上記光ADM装置を用いた光伝送装置は、単一の波長の光信号を用いているが、これを互いに異なる波長帯域に属する光信号を用いた波長多重光伝送に適用することもできる。すなわち、上記構成において、伝送路入力光信号は、互いに異なる波長帯域に属する光信号が波長多重化された波長多重化光信号であって、光ADM機能を備えた光路切替装置が、波長帯域に属する光信号の数に対応する光送信器と光受信器と伝送路入力端子と伝送路出力端子と送信器側入力端子と受信器側出力端子をそれぞれ備えている。そして、さらに、各伝送路と光信号入力端子の間に配置され波長多重化光信号を各波長帯域の光信号にそれぞれ分波する光分波器と、光信号出力端子と伝送路の間に配置され光信号を波長多重化して波長多重化光信号を伝送路に出力する光合波器とを備えていることを特徴としている。このような構成において、光スイッチが、同じ波長帯域の属する光信号の光信号入力端子と光信号出力端子の間で、それぞれ光信号入力端子と切替前に光路が接続されている切替前光信号出力端子から新たに光路が接続される切替先光信号出力端子に光路を切り替える場合に、一時的に切替前光信号出力端子と切替先光信号出力端子との双方に光路をそれぞれ接続するブリッジ接続手段を備えていることを特徴としている。

【0024】上記本発明の光ADM装置においても、すでに説明したのと同様に、光スイッチと光信号出力端子との間、および光信号入力端子と光スイッチの間にそれぞれモニタ部を配置し、光路切替前後の光信号の状態をモニタし、接続性監視回路により出力光信号と入力光信号の有する接続性情報から光スイッチの接続性を監視することができる。また、同様に、光信号入力端子と光スイッチとの間に光信号遮断部を配置し、光信号入力端子から光スイッチに入力される光信号を遮断するようにすることもできる。

【0025】上記光ADM装置を複数配置し、伝送路でネットワーク状に接続することにより、光クロスコネクトネットワーク装置を構成することもできる。

【0026】

【発明の実施の形態】次に、本発明の光路切替装置とその使用方法およびこの光路切替装置を用いた光ADM装置と光クロスコネクトネットワーク装置について、図面

を参照して以下に詳細に説明する。

【0027】図1は、本発明の光路切替装置の第1の実施例の構成を示す図である。

【0028】図1において、1-1~1-nは光信号入力端子、2-1~2-nは第1のモニタ部、3-1~3-nは光信号遮断部、4は $n \times n$ 光スイッチ、5-1~5-nは第2のモニタ部、6-1~6-nは光信号出力端子、7は光路制御回路、8接続性監視回路をそれぞれ示している。

【0029】光信号入力端子1-1~1-nに入力された各光信号は、第1のモニタ部2-1~2-nおよび光信号遮断部3-1~3-nを経て $n \times n$ 光スイッチ4に入力される。光スイッチ4では通常、光路制御回路7からの制御信号に基づき、 n 個の入力ポートと、 n 個の出力ポートとの間に各光信号が任意、選択的に光路接続される。

【0030】光スイッチ4からの n 本の出力信号は、第2のモニタ部を介してそれぞれ光信号出力端子6-1~6-nに出力される。すなわち、入力端子1-1~1-nに入力された光信号は、光スイッチ4において光路の接続状態を設定されることにより、出力端子6-1~6-nのうち、所望の端子から出力される。第1、第2のモニタ部2-1~2-n、5-1~5-nは、光信号の状態、例えば光信号が一定レベル以上で出力されているか等を監視する機能を備えている。

【0031】次に、本実施例における光信号切替の動作について、図2~4を参照して説明する。

【0032】図2は、本発明の光路切替装置の第1の実施例の動作を説明するための図であって光路切替前の状態を、図3は、光路切替時においてブリッジ接続された状態を、図4は、光路切替後の状態をそれぞれ示す図である。

【0033】図2において、例えばいま入力端子1-1、1-nからサービス信号1、2がそれぞれ入力されたものとする、光スイッチ4の光路の設定によりサービス信号1は出力端子6-2出力され（この場合の出力端子6-2は「切替前光信号出力端子」となる。）、サービス信号2は出力端子6-nに出力されている。このとき、第1のモニタ部2-1、2-nおよび6-2、6-nからは、サービス信号1、2に関する監視情報（例えば、光レベルやヘッダ情報など）が、接続性監視回路8に送出され、光スイッチ4の前後における接続状態の確認がなされる。

【0034】ここで、サービス信号1を出力端子6-nに切替え（この場合の出力端子6-nは「切替先光信号出力端子」となる。）、サービス信号2を撤去する場合の光路切替動作を図3に示す。

【0035】まず光信号遮断部3-nでは、制御回路7からの信号に基づいて入力端子1-nに入力されたサービス信号2を遮断する。光スイッチ4では、制御回路7

からの信号に基づき、入力端子1-1に入力されたサービス信号1を出力端子6-2と6-nの両方に対して同時に出力するよう光路の設定を行う。ここでは、このように1の入力端子から入力された光信号が同時に2の出力端子に接続された状態をブリッジ接続ということにする。

【0036】図3に示されるようなブリッジ接続の状態では、サービス信号1に関する監視情報が、モニタ部3-1と5-nから同時に送出されるため、接続性監視回路8では、入力端子1-1→出力端子6-nの光路が使用可能であり、かつ有効であるという接続性を確認することができる。

【0037】図4は、光路切替え後の状態を示している。接続性監視回路8では、入力端子1-1→出力端子6-nの経路が接続可能であることを確認した後、光路制御回路7に信号を送出し、光スイッチ4を完全に切替え、サービス信号1の光路切替えを完了する。

【0038】次に、本実施例に適用され、上述したブリッジ接続が可能な $n \times n$ 光スイッチについて説明する。

【0039】本発明の光路切替装置に適用される 4×4 光スイッチの構成の一例を示す図である。本実施例で用いられている $n \times n$ 光スイッチは、 LiNbO_3 （ニオブ酸リチウム）や石英系の材料の基板上に形成された 2×2 光スイッチエレメントが並列にかつ多段に接続されることによって構成されている。 2×2 光スイッチエレメントは、 LiNbO_3 基板表面に光導波路が形成されており、この上部に電極が配置され、電極への電圧の印加の制御で2つの入出力ポート間で光路切替をすることができるというものである。

【0040】このような 2×2 光スイッチエレメントによって 4×4 光マトリクススイッチを構成した例として、図5に示されるものがあげられる。この構成では、入出力側それぞれに4個の 1×2 光スイッチが配置され、中央には並列に8列、2段の接続がされている。このような構成により、入力側4ポートに入力された光信号が、各 2×2 スイッチ素子の接続状態の組み合わせによって、光路切替をして任意の出力側4ポートにそれぞれ出力させるようにすることができる。

【0041】ここで、図6に、上記 4×4 光マトリクススイッチに用いられている 2×2 光スイッチ（または、 1×2 光スイッチ）の電極への印加電圧と光出力（あるいは挿入損失）の関係で定められる光スイッチング特性の一例を示す。図6からわかるように、光マトリクススイッチは、 2×2 スイッチエレメントに電圧をそれぞれ加えることによりスイッチング動作を行わせている。

【0042】図5において矢印により拡大された 2×2 光スイッチの図を参照しながら、印加電圧とスイッチング状態との関係について説明する。例えば、 LiNbO_3 光導波路形スイッチでは、2本の光導波路間でモード結合が生じるように光導波路同士を近接させた方向性結

合部が構成されている。この方向性結合部は、電圧が全く印加されない状態でモード結合により完全に相手方の光導波路に光が移行するような長さ、すなわち完全結合長となるように長さが設定される。図5においては、入力ポート1から入力された光は、電圧無印加の状態(図6において電圧0の状態)で出力ポート2から出力される(クロス状態)。

【0043】一方、図6によれば40V近傍の電圧が印加された場合には、入力ポート1から入力された光は、出力ポート1からそのまま出力される(バー状態)。このようにして、印加される電圧を0Vと40Vの間で切替えることにより、光スイッチング状態をクロスとバー状態にそれぞれして光路切替を行わせるようにすることができるようになる。

【0044】上述したような光スイッチにおいて、本発明の光路切替装置において、上述したブリッジ接続を実現するためには、1の入力ポートから入力された光が同時に2の出力ポートから出力されるようにすることが必要になる。図6から分かるように、出力ポート1、2から出力される光がほぼ等しくなるのは、互いの出力ポートへの挿入損失が5dBであることからこの位置からほぼ出力が半減する3dBダウンした8dBの挿入損失の位置であり、このような状態は印加電圧を約14Vとすることにより得ることができる。4×4光スイッチを構成する複数の2×2スイッチエレメントのうち、同時に接続される出力ポートによって、どのスイッチエレメントを上記同時出力の状態にすればよいかが決まり、そのスイッチエレメントのみを上記同時出力状態に制御し、他のスイッチエレメントは通常通りクロスあるいはバー状態に制御すればよい。

【0045】なお、ブリッジ状態では、光信号のレベルは半減するが、切替の際の一時であり、また装置内に配置されたモニタ部において光信号をとらえ光スイッチの接続性を監視するには十分なレベルである。

【0046】以上は、4×4光マトリクススイッチについて説明したが、本発明の光路切替装置に8×8光スイッチが適用される場合には、8×8光スイッチとして図7に示される構成のものが、また、32×32光スイッチである場合には図8に示される構成のものが考えられる。このように規模が増大しても、ブリッジ接続をするための原理および動作については、4×4光スイッチの場合と同様である。

【0047】次に、本実施例において用いられるモニタ部の構成について説明する。入力された光信号をモニタする手段としては、例えば図9乃至図12に示されるものがあげられる。

【0048】図9は、本発明の光路切替装置の第1の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光分岐器と光電変換素子を用いた構成を図を示している。同様に、図10は、光再生機能と光レベルモニタを用いた

構成を、図11は、光再生機能と電氣的モニタ機能を用いた構成を、図12は、光再生機能とヘッダ終端機能を用いた構成をそれぞれ示している。

【0049】図9乃至図12の各図において、1001は光入力端子、1002は光クプラ、1003は光出力端子、1004は光信号モニタ、1005は光モニタ出力端子、1011は光入力端子、1012は光-電気変換回路、1013は電気-光変換回路、1014は光出力端子、1015は光レベルモニタ出力端子、1021は光入力端子、1022は光-電気変換回路、1023は電気-光変換回路、1024は光出力端子、1025は電気信号モニタ、1026は電気信号モニタ出力端子、1031は光入力端子、1032は光-電気変換回路、1033はヘッダ終端回路、1034は電気-光変換回路、1035は光出力端子、1036はヘッダ情報出力端子を示している。

【0050】図9に示される構成では、入力した光信号を分岐し、光レベルや光波長などの監視機能をもつモ光分岐器と光レベルモニタを用いている。この構成では、光スイッチの前後で所望の信号が入出力しているかどうかの監視等に使用することができる。図10に示される構成では、入力した光信号を一旦電気信号に変換し、光信号を再生する機能を有し、S/N比を改善して局間の長距離光伝送を実現したり、入出力間で光波長を変換

(図中では $\lambda_a \rightarrow \lambda_x$)する場合などに適している。ここでは受信した光信号レベル等の監視も同時に行うことができる。また、図11に示される構成は、光再生機能に電気信号のモニタを付加したものであり、デジタル電気信号中のヘッダ情報やビットエラーなどの品質を監視することが可能になる。さらに、図12に示される構成では、光-電気変換と電気-光変換の間にヘッダ終端機能を備えることにより、SDH(Synchronous Digital Hierarchy)やSONET(Synchronous Optical Network)などのセクションオーバーヘッドの終端を行い、ネットワーク全体としての管理情報や品質状態を監視することができる。以上述べたモニタ部を実現する構成は、ネットワークの構成や、使用する光信号の種類などに応じて機能を選択することが可能である。

【0051】続いて、本発明の光路切替装置の第2の実施例について説明する。

【0052】図13は、本発明の光路切替装置の第2の実施例の構成を示している。図13において、101-1~101-nは光信号入力端子、102-1~102-nは第一のモニタ手段、104はn×n光スイッチ、105-1~105-nは第二のモニタ手段、106-1~106-nは光信号出力端子、107は光路制御手段、108は接続性監視手段を示している。

【0053】本実施例の構成も基本的には、第1の実施例と同じであるが、第1の実施例においては入力側に配

置されるモニタ部と光信号遮断部が別々に構成されていたのに対して、本実施例では一つになっている点で相違する。図14乃至図16は、第1の実施例で説明した図10乃至図12に示されるそれぞれの構成による光再生機能、監視機能に加えて、光遮断機能も備えている点に特徴がある。

【0054】具体的には、図14に示される構成は、本発明の光路切替装置の第2の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能と光レベルモニタを用いた構成を、同様に、図15に示される構成は、光再生機能と電氣的モニタ機能を用いた構成を、図16に示される構成は、光再生機能とヘッダ終端機能を用いた構成をそれぞれ示している。

【0055】図14乃至図16において、1111は光入力端子、1112は光-電気変換回路、1113は電気-光変換回路、1114は光出力端子、1115は光レベルモニタ出力端子、1116は光遮断制御入力端子、1121は光入力端子、1122は光-電気変換回路、1123は電気-光変換回路、1124は光出力端子、1125は電気信号モニタ、1126は電気信号モニタ出力端子、1127は光遮断制御入力端子、1131は光入力端子、1132は光-電気変換回路、1133はヘッダ終端回路、1134は電気-光変換回路、1135は光出力端子、1136はヘッダ情報出力端子、1137は光遮断制御入力端子を示している。図14乃至図16では、光遮断制御入力端子からの信号に応じて、電気-光変換回路から出力する光信号を停止することによって、光信号の遮断を行うことができるように構成されている。その他の部分については、第1の実施例と同様である。

【0056】次に、本発明の光路切替装置の第3の実施例について説明する。

【0057】図17は、本発明の光路切替装置の第3の実施例の構成であって、光路切替装置を用いた光ADM装置の構成を示している。図17において、201は光信号入力端子、202は光分波器、203は2×2光スイッチ、204は光合波器、205は光信号出力端子、206は光路制御回路、207は接続性監視回路、208-1～208-nは第1のモニタ部、209-1～209-nは第2のモニタ部をそれぞれ示している。

【0058】本実施例は、波長分割多重(Wavelength Division Multiplexing: WDM)技術を利用した光伝送システムにおいて、光路切替による波長挿入分離(Add and Drop Multiplexing: ADM)機能を適用した点に特徴がある。

【0059】図17において、送信部では、n個の光伝送装置からの光信号がそれぞれ波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の各別の波長を有する送信光インタフェースによって波長変換され、n波の波長の送信光信号が波長分割多重され光ファイバ

バ伝送路に送出される。一方、受信部では、受信光信号が波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ に分波され、それぞれの光信号が受信光インタフェース、光伝送装置により受信される。これにより、n波長の大容量光信号が1本の光ファイバ伝送路を介して伝送される。

【0060】ここで、1の光路切替装置に入力される光分波器202から入力された光信号と光送信器209-1等から出力される光信号および光受信器208-1等に受信される光信号と光合波器204へ出力される光信号はそれぞれ同じ波長帯域に属する光信号であり、光分波器202から出力され各光路切替装置203-1等に入力される光信号は互いに異なる波長を有している。

【0061】光ADM装置では、伝送路より受信した波長多重化信号(以下「WDM信号」という。)から波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号がそれぞれ分波され、光スイッチによってその局で分離(Drop)/挿入(Add)する波長を任意に設定することができる。

【0062】本実施例の光路切替装置を用いた光ADM装置における光路切替装置における光路の切替え方法について、図17を参照してもう少し詳しく説明する。

【0063】入力端子201に入力されたWDM光信号は、光分波器202において波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ のn本の光信号に分波され、それぞれがn個の2×2光スイッチ203-1～203-nに入力される。光スイッチ203-1～203-nでは、光路制御回路206からの信号に応じて、それぞれの波長の光信号を光受信器208-1～208-nに送出するか、波長分割多重手段204に送出するかが選択的に設定される。これと同時に、光送信器209-1～209-nにおいては、局内から発する光信号が波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の格別の波長で生成され、光スイッチ203-1～203-nに送出される。光スイッチ203-1～203-nでは、光送信器209-1～209-nからの光信号が、波長分割多重手段204に送出するかどうかについて、光路制御回路206からの信号に応じて選択的に設定される。

【0064】光合波器では、光スイッチ203-1～203-nからの光信号が波長分割多重された後、光信号出力端子205に出力される。また、光受信器208-1～208-nは、モニタ機能を有している。

【0065】次に、本実施例における光信号切替えの動作について、図18乃至図20を参照して説明する。

【0066】図18乃至図20は、本発明の光路切替装置の第3の実施例の動作を説明するための図であって、光路切替前の状態、ブリッジ接続された状態、光路切替後の状態をそれぞれ示している。

【0067】図18において、光スイッチ203-2による光路の設定により、入力端子1に入力された光信号中の波長 λ_2 の光信号(本実施例では、以下「サービス信号1」という。)は、そのまま光合波器204に入力され、再び波長分割多重された後、出力端子205に出

力される。図18における太線で示される光信号の光路は、以下説明する光信号の光路切替の初期状態を示している。

【0068】ここで、上記サービス信号1は、光受信器208-2を介して局内に取込まれ、局内からの光信号（本実施例では、「サービス信号2」という。）が、光送信器209-2を介して出力端子205に出力されるように光路切替する場合の動作について説明する。

【0069】図19を参照して、まず光信号遮断手段3-nでは、制御回路206からの信号に基づき、光送信器209-2に入力された局内からのサービス信号2が遮断される。光スイッチ203-2では、制御回路206からの信号に基づき、サービス信号1が光合波器204と光受信器208-2の両方に対して同時に出力されるように、すなわちブリッジ接続されるように光路の設定がされる。図19に示されるような状態では、サービス信号1はそのまま光合波器204に出力される状態のままで、サービス信号1に関する監視情報が光受信器208-2で検出され、接続性監視回路207に送出される。接続性監視回路207では、サービス信号1が、光受信器208-2において受信可能であり、かつ有効であるという接続性を確認することができるようになる。

【0070】図20は、光路切替後の状態を示している。接続性監視回路207では、サービス信号1が受信可能であることを確認した後、制御回路206に信号を送出し、光スイッチ203-2を完全に切替え、サービス信号1の経路切替を完了する。そして、光送信器209-2の光遮断状態を解除し、局内からのサービス信号2を、波長分割多重手段204を介して出力端子205に出力する。なお、ブリッジ接続および完全な切替は、第1の実施例において説明したのと同じ光スイッチを用いて同様の制御方法により行うことができる。

【0071】ここで、本実施例に用いられているモニタ部の構成について説明する。図21は、本発明の光路切替装置の第3の実施例において用いられるモニタ部の一例であって光分岐器と光電変換素子を用いた構成を、図22は、光再生機能と光レベルモニタを用いた構成を、図23は、光再生機能と電気的モニタ機能を用いた構成を、図24は、光再生機能とヘッダ終端機能を用いた構成をそれぞれ示している。

【0072】図21乃至図24において、1401は光入力端子、1402は光カプラ、1403は光出力端子、1404は光信号モニタ、1405は光モニタ出力端子、1411は光入力端子、1412は光-電気変換回路、1413は電気-光変換回路、1414は光出力端子、1415は光レベルモニタ出力端子、1421は光入力端子、1422は光-電気変換回路、1423は電気-光変換回路、1424は光出力端子、1425は電気信号モニタ、1426は電気信号モニタ出力端子、1431は光入力端子、1432は光-電気変換回路、

1433はヘッダ終端回路、1434は電気-光変換回路、1435は光出力端子、1436はヘッダ情報出力端子を示している。

【0073】図21に示されるモニタ部の構成は、入力した光信号を分岐し、光レベルや光波長などの監視機能をもつものであり、光スイッチの前後で所望の信号が入出力しているかどうかの監視等に使用することができる。図22に示される構成は、入力した光信号を一旦電気信号に変換し、光信号を再生する機能を有し、S/N比を改善して局間の長距離光伝送を実現したり、入出力間で光波長を変換（図中では $\lambda_a \rightarrow \lambda_x$ ）する場合などに適用することができる。ここでは受信した光信号レベル等の監視も同時に行われる。

【0074】また、図23に示される構成は、光再生機能に電気信号のモニタを付加したものであり、デジタル電気信号中のヘッダ情報やビットエラーなどの品質を監視することが可能となる。さらに、図24に示される構成は、光-電気変換と電気-光変換の間にヘッダ終端機能を備えることにより、SDH (Synchronous Digital Hierarchy) やSONET (Synchronous Optical Network) などのセクションオーバーヘッドの終端を行い、ネットワーク全体としての管理情報や品質状態を監視することができる。なお、以上述べた構成に用いられる光受信器は、ネットワークの構成や、使用する光信号の種類などに応じて機能を選択することが可能である。

【0075】次に、光送信器209-1~209-nの構成について説明する。ここで用いられている光送信器209-1~209-nは、光信号遮断機能を有している。図25乃至図27はその構成例を示している。

【0076】図25は、光再生機能と光レベルモニタを用いた構成を、図26は、光再生機能と電気的モニタ機能を用いた構成を、光再生機能とヘッダ終端機能を用いた構成をそれぞれ示している。

【0077】図25乃至図27において、1511は光入力端子、1512は光-電気変換回路、1513は電気-光変換回路、1514は光出力端子、1515は光レベルモニタ出力端子、1516は光遮断制御入力端子、1521は光入力端子、1522は光-電気変換回路、1523は電気-光変換回路、1524は光出力端子、1525は電気信号モニタ、1526は電気信号モニタ出力端子、1527は光遮断制御入力端子、1531は光入力端子、1532は光-電気変換回路、1533はヘッダ終端回路、1534は電気-光変換回路、1535は光出力端子、1536はヘッダ情報出力端子、1537は光遮断制御入力端子をそれぞれ示している。

【0078】図25乃至図27は、図22乃至図24に示される光再生機能、監視機能に加えて、光遮断機能も有している。図15乃至図27に示される構成では、光遮断制御入力端子からの信号に応じて、電気-光変換回

路から出力する光信号を停止することによって、光信号の遮断を行う。

【0079】以上説明した本発明の光路切替装置の第3の実施例は、図28に示されるような光ADM装置を備えた光伝送装置への適用が考えられる。すなわち、互いに異なる波長の複数の光信号（これらによりサービス信号を構成する。）を送出する光送信装置210とこれらに対応する送信インタフェース211とこれらの光信号を合波する光合波器212を備えた送信側端局216と、伝送された波長分割多重光信号を分波する光分波器215、分波された各波長の光信号を受信する受信インタフェース214と光受信装置213を備えた受信側端局217と、これらの間に配置される光ADM218からなる光伝送装置に適用することができる。

【0080】このような光伝送装置に適用された光ADM装置においては、光信号の経路を完全に切替える前に、光スイッチの入力を複数の出力に同時に接続（ブリッジ接続）し、切替え先において信号が受信可能で、かつその信号が、所望のサービス信号であることの確認を行い、接続性が確認された後で光路を完全に切替える構成を採用している。このため、切替え先の光路における、サービス信号の導通、種類、品質状態などを、切替え動作を行う前に把握することができ、装置の故障や誤設定によるサービス信号の断を回避することができるという効果が得られる。

【0081】次に、本発明の光路切替装置の第4の実施例について説明する。

【0082】図29は、本発明の光路切替装置の第4の実施例の構成であって、光クロスコネクタネットワーク装置のノードとなる部分の構成を示す図である。図29において、301は光入力端子、302は光分波器、303-1~303-nは光送信器、304は光入力端子、305は光分波器、306-1~306-nは光送信器、307-1~307-pは光送信器、308-1~308-pは光伝送装置、309は $m \times m$ 光スイッチ、310-1~310-nは光受信器、311は光合波器、312は光信号出力端子、313-1~313-nは光受信器、314は光合波器、315は光信号出力端子、316-1~316-pは光受信器、317-1~317-pは光伝送装置、318は光路制御回路、319は接続性監視回路を示している。

【0083】光信号入力端子301、304には、他局から伝送されてくる波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ が波長多重された光信号が入力され、光分波器302、305にて $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の波長に分波された後、光送信器303-1~303-nおよび306-1~306-nを介して $m \times m$ 光スイッチ309に入力される。

【0084】局内では、光伝送装置308-1~308-pより光信号が出力される。これらp本の光信号は、光送信器307-1~307-pを介して $m \times m$ 光マ

リクススイッチ309に入力される。

【0085】 $m \times m$ 光スイッチ309の m （本実施例の場合、 $m = (2 \times n) + p$ となる。）ポート出力のうち、 $(2 \times n)$ ポートから出力された光信号は、光受信器310-1~310-n、313-1~313-nを介して、光合波器311、314により波長多重されて、出力端子312、315より他局へ向けて送信される。また、光スイッチ309の残りの p ポートから出力された光信号は、光受信器316-1~316-pを介して光伝送装置317-1~317-pに入力される。

【0086】光スイッチ309は、光路制御回路318からの信号に応じて、 m 個の入力ポートと、 m 個の出力ポートとを任意に選択的に接続され出力される。

【0087】上記光送信器、および光受信器は、前に図21乃至図24に示されるモニタ部、図25乃至図27に示される光送信器と同様の機能、構成を備えたものである。またこれらの光送信器、光受信器は、ネットワークの構成や、使用する光信号の種類などに応じて機能を選択、あるいは除いてもよい。

【0088】次に、本実施例の光クロスコネクタネットワーク装置の光路切替装置の動作について説明する。

【0089】図30乃至図32は、本発明の光路切替装置の第4の実施例の動作を説明するための図であって、それぞれ光路切替前の状態、ブリッジ接続された状態、光路切替後の状態をそれぞれ示している。

【0090】図30に示されるように、光路切替前の状態では、光スイッチ309の光路設定により、入力端子301に入力された波長 λ_1 の光信号（以下本実施例では、「サービス信号1」という。）は、光受信器316-1を介して光伝送装置317-1に入力されており、同時に、入力端子304に入力された波長 λ_2 の（以下本実施例では「サービス信号2」という。）は、光受信器310-2を介して出力端子312に出力されている。このとき、光受信器310-2および316-1からは、サービス信号1、2に関する監視情報（光レベルやヘッダ情報など）が、接続性監視回路319に送出され、接続状態を確認している。

【0091】ここで、サービス信号1を波長 λ_2 として出力端子312に出力するよう切替え、サービス信号2を撤去するように光路切替がなされることを想定する。図31は、このような光路切替がなされる場合の動作を示している。

【0092】まず光送信器306-2では、光路切替制御回路318からの信号に基づき、入力端子304に入力されたサービス信号2が遮断される。光スイッチ309では、光路切替制御回路318からの信号に基づき、入力端子301に入力された波長 λ_1 のサービス信号1が光受信器310-2と316-1の両方に対して同時に出力されるように、すなわちブリッジ接続されるように光路が設定される。図31に示されるような状態で

10

20

30

40

50

は、サービス信号1に関する監視情報が、光受信器310-2と316-1から同時に送出されるため、接続性監視回路319では、サービス信号1が光受信器310-2を介して出力端子312に出力する経路が使用可能でありかつ有効であるということを確認することができる。

【0093】図32は、光路切替え後の状態を示している。接続性監視回路319では、サービス信号1が光受信器310-2を介して出力端子312に出力する光路の使用可能なことを確認する。この確認がなされた後、制御回路318に信号を送出し、光スイッチ309を完全に切替えることにより、サービス信号1の光路切替えを完了する。

【0094】本実施例で使用される $n \times n$ 光マトリクススイッチは、 LiNbO_3 （ニオブ酸リチウム）や石英系の材料の基板上に光導波路と 2×2 等のスイッチエレメントの組合せにより構成される。

【0095】ここで使用されている LiNbO_3 で実現された 4×4 光マトリクススイッチは、 2×2 のスイッチ素子を光導波路によって接続し組み合わせることにより構成されている。入力4ポートに入力した光信号は、各 2×2 スイッチエレメントの接続状態の組み合わせによって、任意のポートに出力させることができる。なお、光スイッチの原理および動作については第1の実施例における光スイッチと同様である。

【0096】本発明の光路切替装置では、光信号の光路を完全に切替える前に、光スイッチの入力を複数の出力に同時に接続（ブリッジ接続）し、切替え先において信号が受信可能で、かつその信号が、所望のサービス信号であることの確認を行い、接続性が確認された後で光路を完全に切替える。このため、切替え先の光路における、サービス信号の導通、種類、品質状態などを、切り替え動作を行う前に把握することができ、装置の故障や誤設定によるサービス信号の断を回避することができるという効果がある。

【0097】本発明の第4の実施例に示される光路切替装置を適用した光クロスコネクタネットワーク装置の全体の構成を示す図である。

【0098】図30に示されるような光クロスコネクタは、ネットワーク全体として図33のようなネットワークを構成し、各局（ノード）間で光信号の伝送を行うものである。従って、図28における入力端子301、303、出力端子312、315はそれぞれ所望の他局（ノード）と接続されており、 $m \times m$ 光スイッチの経路設定によって各光信号の伝送経路を任意に設定するものである。また、図33に示される構成においては、入出力端子が2個となっているが、この端子数を制限するものではない。

【0099】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光路切替

装置は、光信号の経路を完全に切替える前に、光スイッチの入力を複数の出力に同時に接続（ブリッジ接続）し、切替え先の経路が使用可能で有効であることの確認を行い、接続性が確認された後で光路を完全に切替えるという構成を採用している。このため、切替え先の光路におけるサービス信号の導通や品質状態などを切替え動作を行う前に把握することができ、装置の故障や誤設定によるサービス信号の断を回避することができるという効果が得られる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光路切替装置の第1の実施例の構成を示す図である。

【図2】本発明の光路切替装置の第1の実施例の動作を説明するための図であって、光路切替前の状態を示す図である。

【図3】本発明の光路切替装置の第1の実施例の動作を説明するための図であって、ブリッジ接続された状態を示す図である。

【図4】本発明の光路切替装置の第1の実施例の動作を説明するための図であって、光路切替後の状態を示す図である。

【図5】本発明の光路切替装置に適用される 4×4 光スイッチの構成の一例を示す図である。

【図6】図5に示される 4×4 光スイッチの1エレメントである 2×2 光スイッチの印加電圧と挿入損失との関係を示すスイッチ特性図である。

【図7】本発明の光路切替装置に適用される 8×8 光スイッチの構成の一例を示す図である。

【図8】本発明の光路切替装置に適用される 32×32 光スイッチの構成の一例を示す図である。

【図9】本発明の光路切替装置の第1の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光分岐器と光電変換素子を用いた構成を示す図である。

【図10】本発明の光路切替装置の第1の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能と光レベルモニタを用いた構成を示す図である。

【図11】本発明の光路切替装置の第1の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能と電気的モニタ機能を用いた構成を示す図である。

【図12】本発明の光路切替装置の第1の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能とヘッダ終端機能を用いた構成を示す図である。

【図13】本発明の光路切替装置の第2の実施例の構成を示す図である。

【図14】本発明の光路切替装置の第2の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能と光レベルモニタを用いた構成を示す図である。

【図15】本発明の光路切替装置の第2の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能と電気的モニタ機能を用いた構成を示す図である。

【図16】本発明の光路切替装置の第2の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能とヘッダ終端機能を用いた構成を示す図である。

【図17】本発明の光路切替装置の第3の実施例の構成を示す図である。

【図18】本発明の光路切替装置の第3の実施例の動作を説明するための図であって、光路切替前の状態を示す図である。

【図19】本発明の光路切替装置の第3の実施例の動作を説明するための図であって、ブリッジ接続された状態を示す図である。

【図20】本発明の光路切替装置の第3の実施例の動作を説明するための図であって、光路切替後の状態を示す図である。

【図21】本発明の光路切替装置の第3の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光分岐器と光電変換素子を用いた構成を示す図である。

【図22】本発明の光路切替装置の第3の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能と光レベルモニタを用いた構成を示す図である。

【図23】本発明の光路切替装置の第3の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能と電氣的モニタ機能を用いた構成を示す図である。

【図24】本発明の光路切替装置の第3の実施例において用いられるモニタ部の一例であって、光再生機能とヘッダ終端機能を用いた構成を示す図である。

【図25】本発明の光路切替装置の第3の実施例において用いられる光送信部の一例であって、光再生機能と光レベルモニタを用いた構成を示す図である。

【図26】本発明の光路切替装置の第3の実施例において用いられる光送信部の一例であって、光再生機能と電氣的モニタ機能を用いた構成を示す図である。

【図27】本発明の光路切替装置の第3の実施例において用いられる光送信部の一例であって、光再生機能とヘッダ終端機能を用いた構成を示す図である。

【図28】本発明の第3の実施例に示される光路切替装置を適用した光ADM機能を備えた光伝送装置の全体の構成を示す図である。

【図29】本発明の光路切替装置の第4の実施例の構成を示す図である。

【図30】本発明の光路切替装置の第4の実施例の動作を説明するための図であって、光路切替前の状態を示す図である。

【図31】本発明の光路切替装置の第4の実施例の動作を説明するための図であって、ブリッジ接続された状態を示す図である。

【図32】本発明の光路切替装置の第4の実施例の動作を説明するための図であって、光路切替後の状態を示す図である。

【図33】本発明の第4の実施例に示される光路切替装

置を適用した光クロスコネクトによるネットワーク光伝送装置の全体の構成を示す図である。

【図34】従来の光路切替装置の構成の一例を示す図である。

【図35】従来の光路切替装置の構成の一例の動作を示す図であって、光路切替前の状態を示す図である。

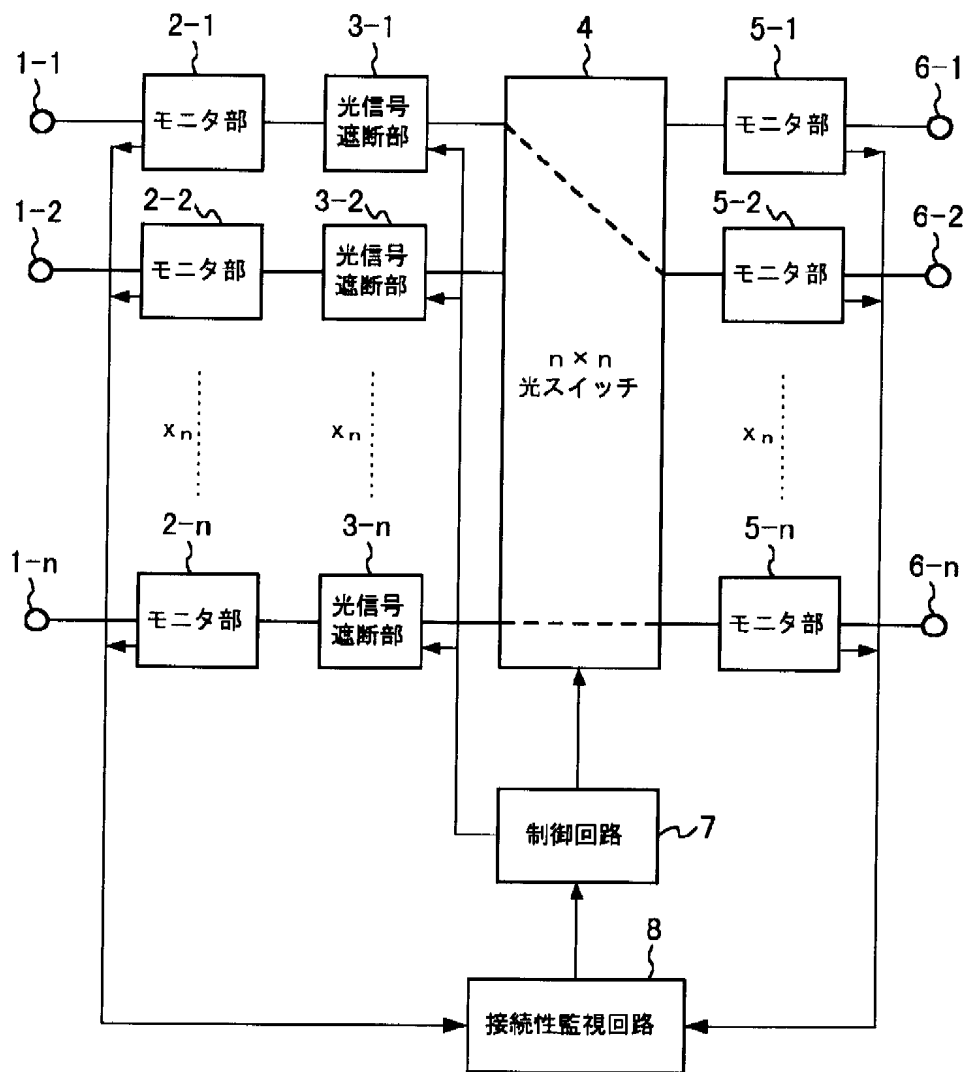
【図36】従来の光路切替装置の構成の一例の動作を示す図であって、光路切替後の状態を示す図である。

【符号の説明】

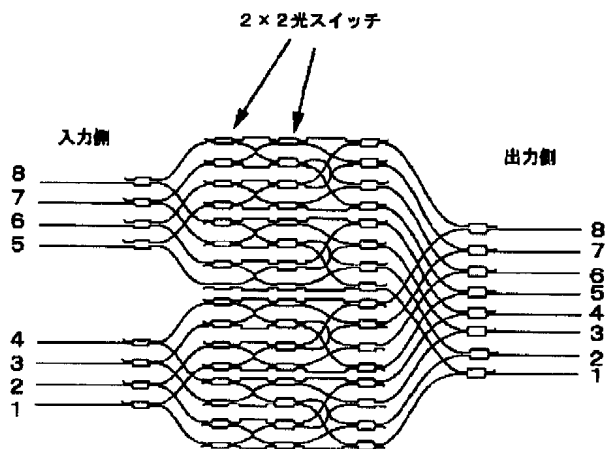
10	1-1~1-n	光信号入力端子
	2-1~2-n	第1のモニタ部
	3-1~3-n	光信号遮断部
	4	n×n光スイッチ
	5-1~5-n	第2のモニタ部
	6-1~6-n	光信号出力端子
	7	光路制御回路
	8	接続性監視回路
	1001	光入力端子
	1002	光分岐器
20	1003	光出力端子
	1004	光信号モニタ
	1005	光モニタ出力端子
	1011	光入力端子
	1012	光-電気変換回路
	1013	電気-光変換回路
	1014	光出力端子
	1015	光レベルモニタ端子
	1021	光入力端子
	1022	光-電気変換回路
30	1023	電気-光変換回路
	1024	光出力端子
	1025	電気信号モニタ
	1026	電気信号モニタ出力端子
	1031	光入力端子
	1032	光-電気変換回路
	1033	ヘッダ終端回路
	1034	電気-光変換回路
	1035	光出力端子
	1036	ヘッダ情報出力端子
40	101-1~101-n	光信号入力端子
	102-1~102-n	第1のモニタ部
	103-1~103-n	光信号遮断部
	104	n×n光スイッチ
	105-1~105-n	第2のモニタ部
	106-1~106-n	光信号出力端子
	1111	光入力端子
	1112	光-電気変換回路
	1113	電気-光変換回路
	1114	光出力端子
50	1115	光レベルモニタ出力端子

29		(16)	特開 2000-69510	
			30	
1116	光遮断制御入力端子		1434	電気-光変換回路
1121	光入力端子		1435	光出力端子
1122	光-電気変換回路		1436	ヘッダ情報出力端子
1123	電気-光変換回路		1511	光入力端子
1124	光出力端子		1512	光-電気変換回路
1125	電気信号モニタ		1513	電気-光変換回路
1126	電気信号モニタ出力端子		1514	光出力端子
1131	光入力端子		1515	光レベルモニタ出力端子
1132	光-電気変換回路		1516	光遮断制御入力端子
1133	ヘッダ終端回路	10	1521	光入力端子
1134	電気-光変換回路		1522	光-電気変換回路
1135	光出力端子		1523	電気-光変換回路
1136	ヘッダ情報出力端子		1524	光出力端子
201	光信号入力端子		1525	電気信号モニタ
202	光分波器		1526	電気信号モニタ出力端子
203-1~203-n	2×2光スイッチ		1527	光遮断制御入力端子
204	光合波器		1531	光入力端子
205	光信号出力端子		1532	光-電気変換回路
206	光路制御回路		1533	ヘッダ終端回路
207	監視回路	20	1534	電気-光変換回路
208-1~208-n	第1のモニタ部		1535	光出力端子
209-1~209-n	第2のモニタ部		1536	ヘッダ情報出力端子
210	光送信装置		1537	光遮断制御入力端子
211	送信インタフェース		301	光入力端子
212	光分波器		302	光分波器
213	光受信装置		303-1~303-n	光送信器
214	受信インタフェース		304	光入力端子
215	光合波器		305	光合波器
216	送信側端局		306-1~306-n	光送信器
217	受信側端局	30	307-1~307-p	光送信器
218	光ADM		308-1~308-p	光伝送装置
1401	光入力端子		309	m×m光スイッチ
1402	光分岐器		310-1~310-n	光受信器
1403	光出力端子		311	光合波器
1404	光信号モニタ		312	光信号出力端子
1405	光モニタ出力端子		313-1~313-n	光受信器
1411	光入力端子		314	光合波器
1412	光-電気変換回路		315	光信号出力端子
1413	電気-光変換回路		316-1~316-n	光受信器
1414	光出力端子	40	317-1~317-p	光伝送装置
1415	光レベルモニタ出力端子		318	光路制御回路
1421	光入力端子		319	接続性監視回路
1422	光-電気変換回路		2301-1~2301-n	光信号入力端子
1423	電気-光変換回路		2302-1~2302-n	光分波器
1424	光出力端子		2303	n×n光スイッチ
1425	電気信号モニタ		2304-1~2304-n	モニタ部
1426	電気信号モニタ端子		2305-1~2305-n	光信号出力端子
1431	光入力端子		206	光路制御回路
1432	光-電気変換回路		207	警報出力回路
1433	ヘッダ終端回路	50	208	警報出力回路

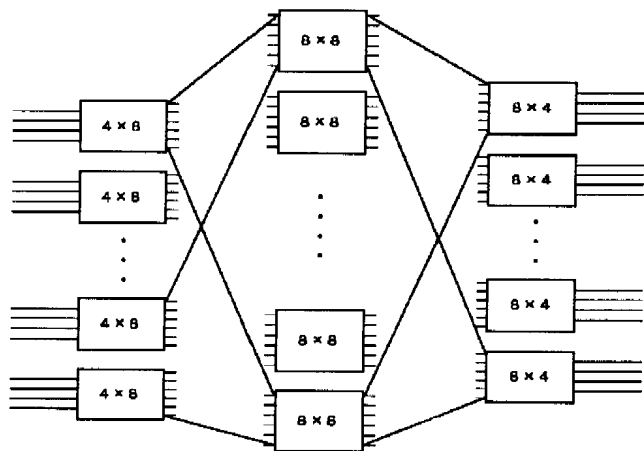
【図 1】



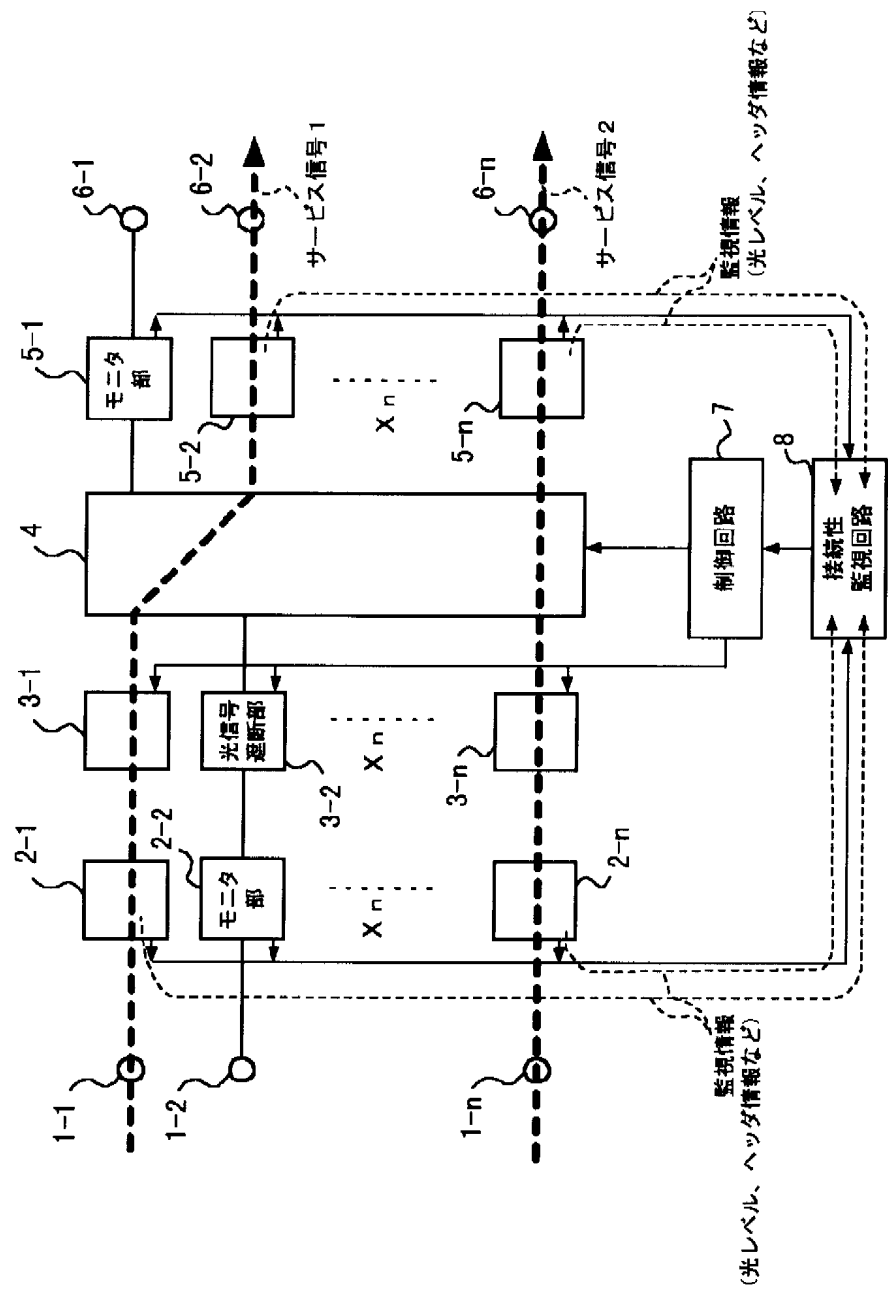
【図 7】



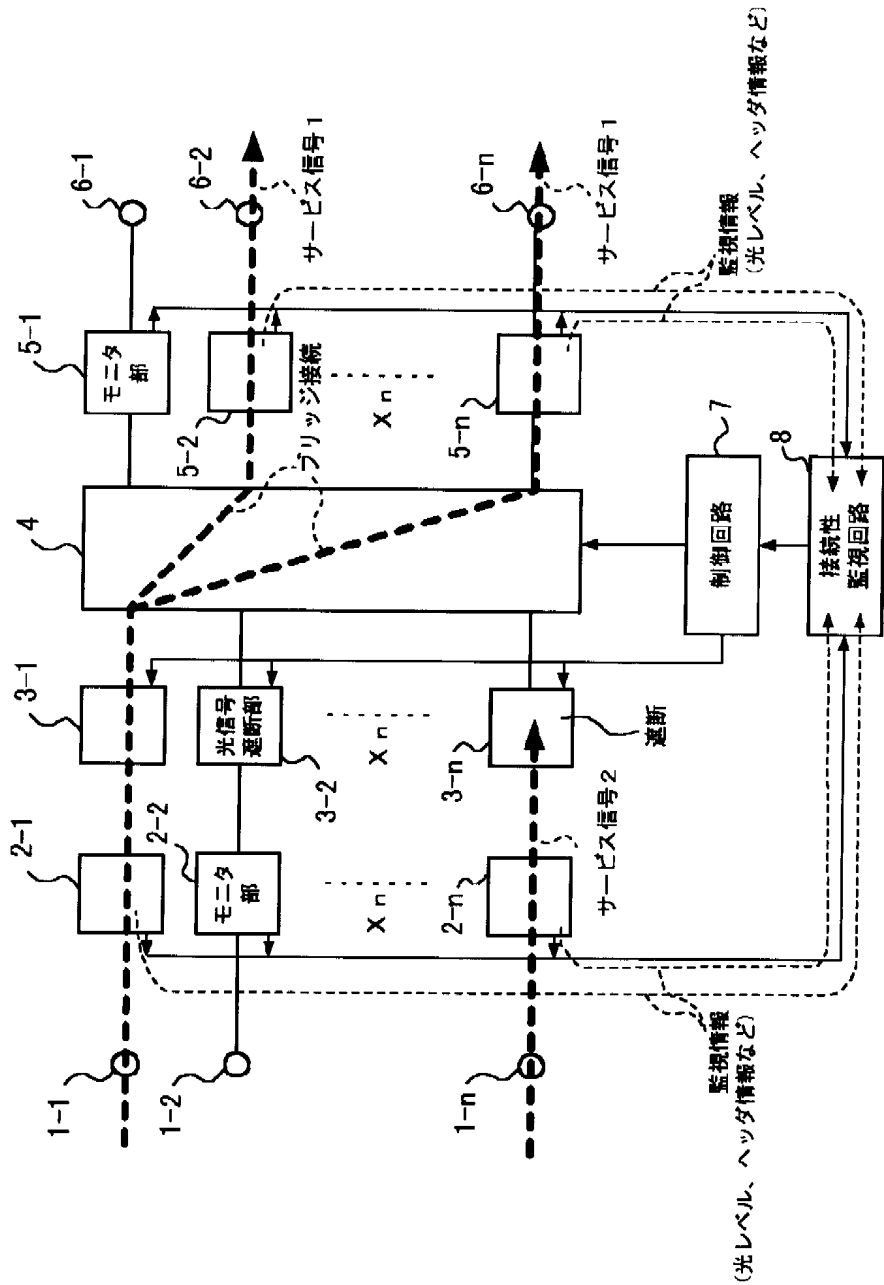
【図 8】



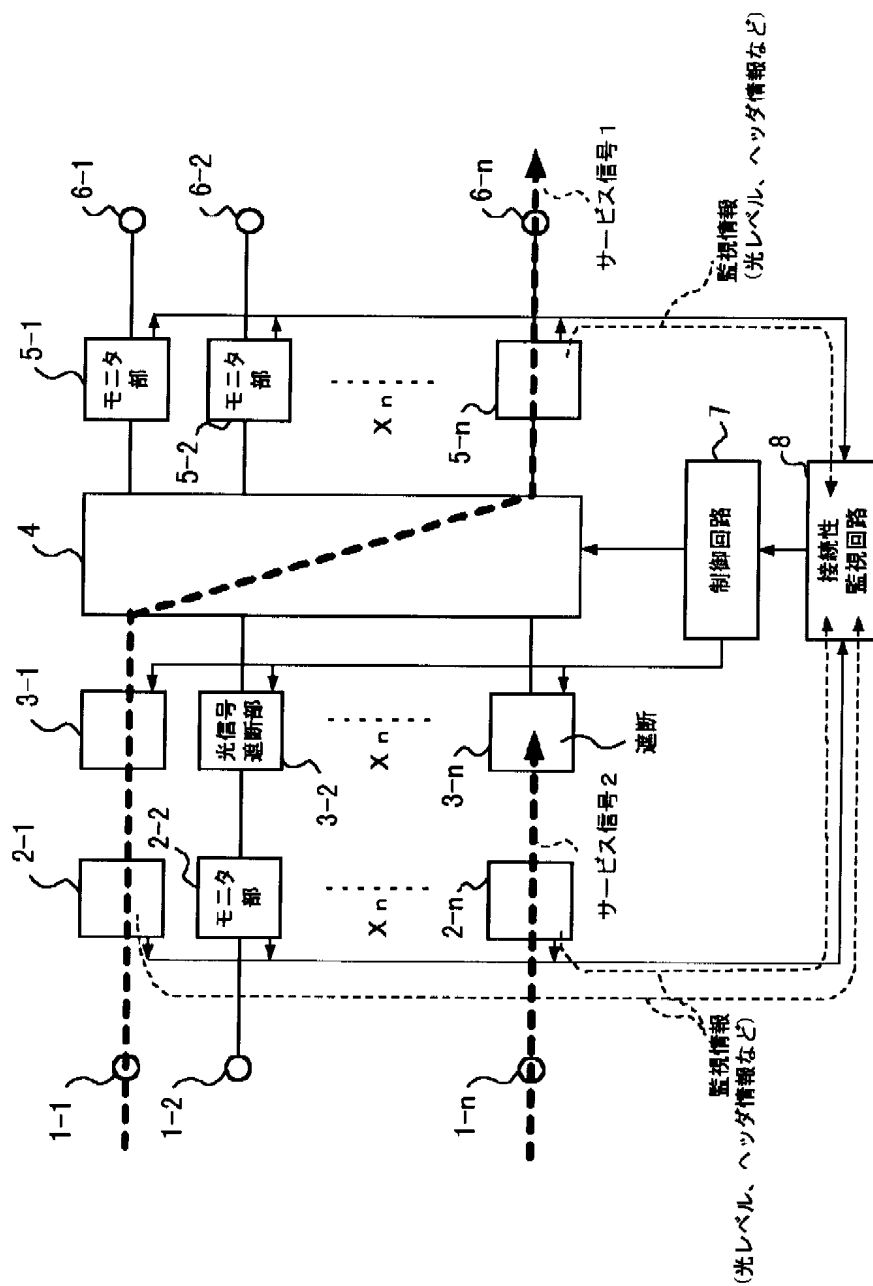
【図2】



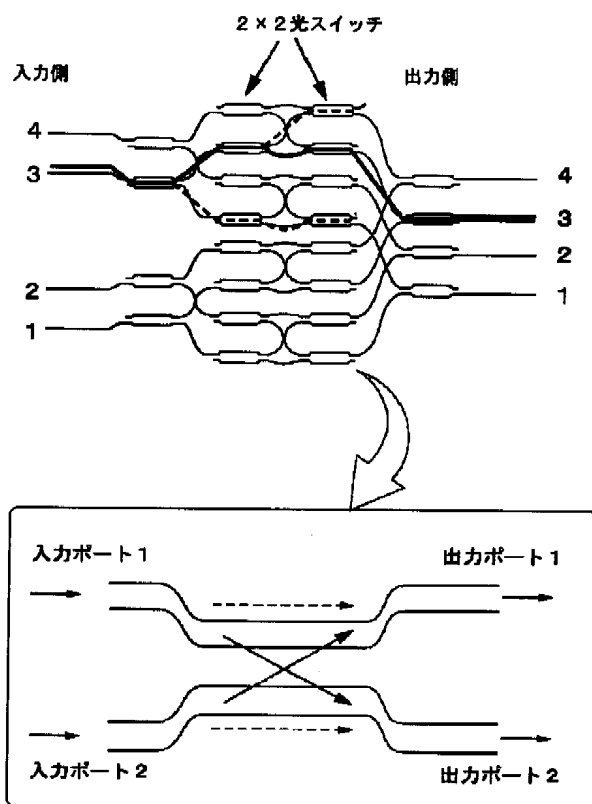
【図3】



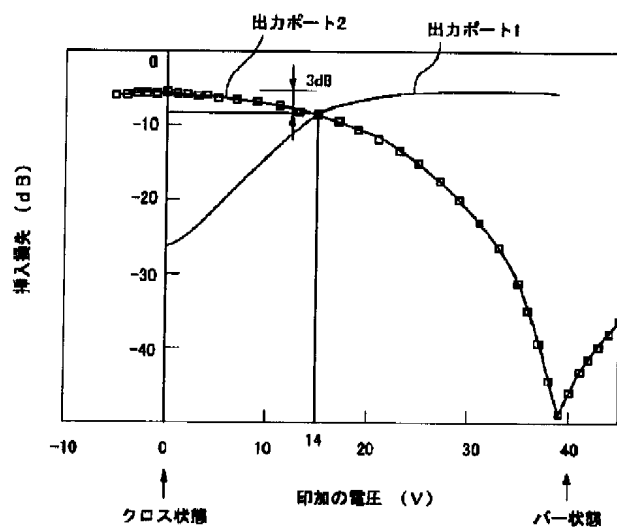
【図4】



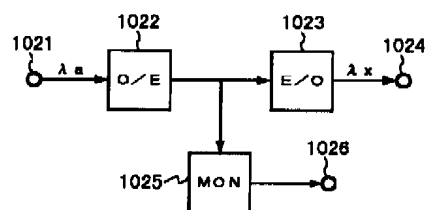
【図 5】



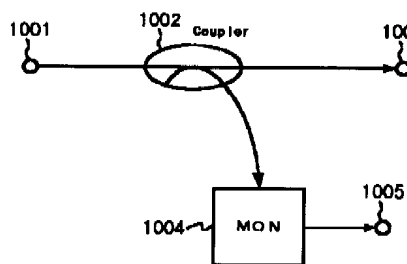
【図 6】



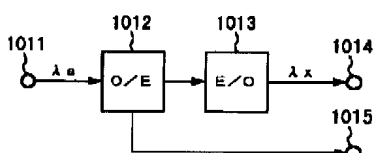
【図 11】



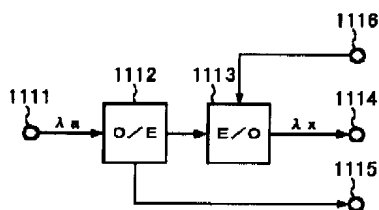
【図 9】



【図 10】

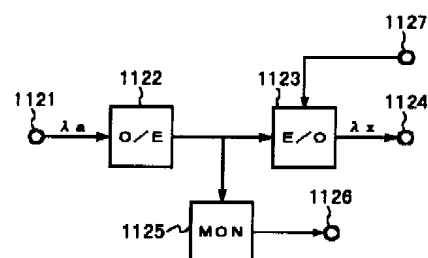


【図 14】



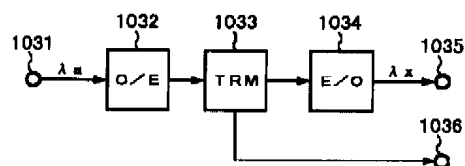
(a) 光再生機能+光レベルモニタ

【図 15】

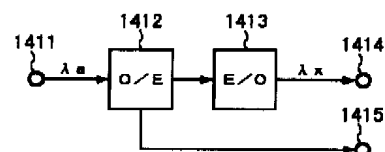


(b) 光再生機能+電気モニタ機能

【図 12】

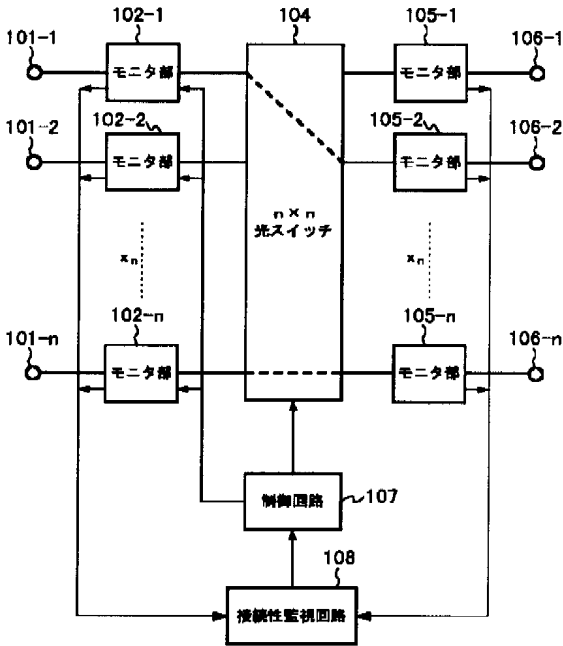


【図 22】

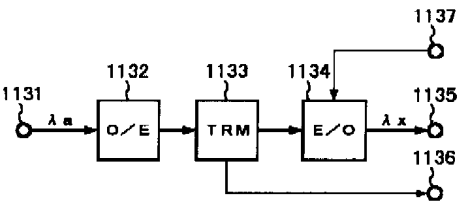


(b) 光再生機能+光レベルモニタ

【図 13】

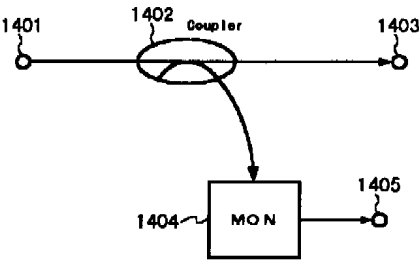


【図 16】



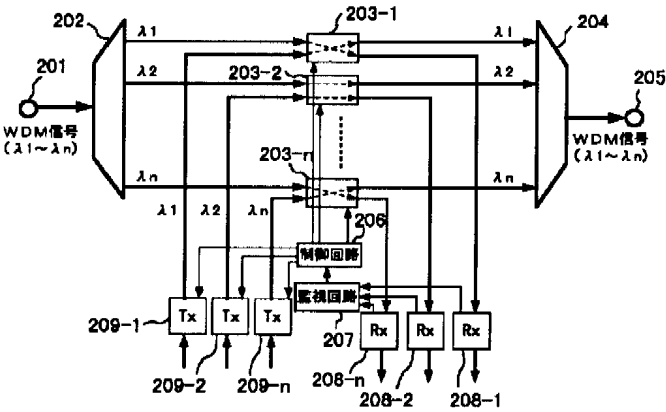
(c) 光再生機能+ヘッダ終端機能

【図 21】

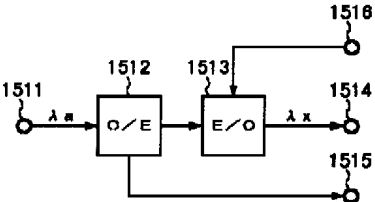


(a) 光モニタ

【図 17】

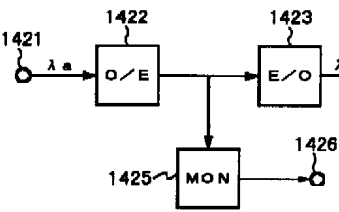


【図 25】



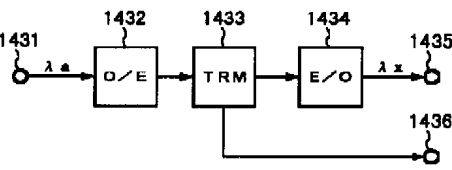
(a) 光再生機能+光レベルモニタ

【図 23】



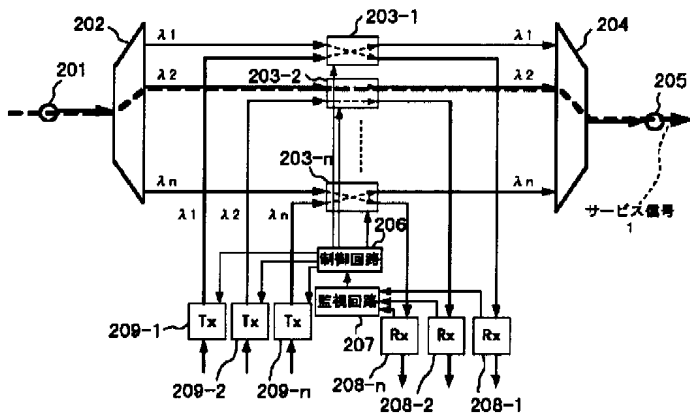
(c) 光再生機能+電気モニタ機能

【図 24】

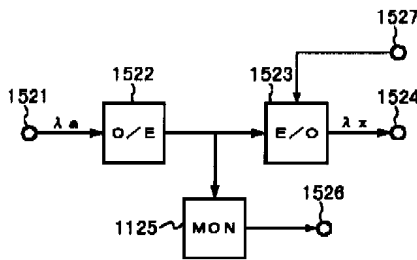


(d) 光再生機能+ヘッダ終端機能

【図 18】

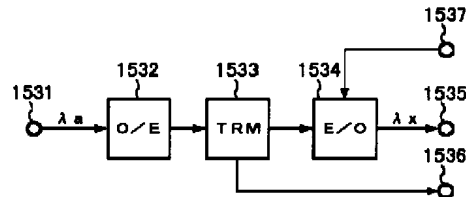


【図 26】



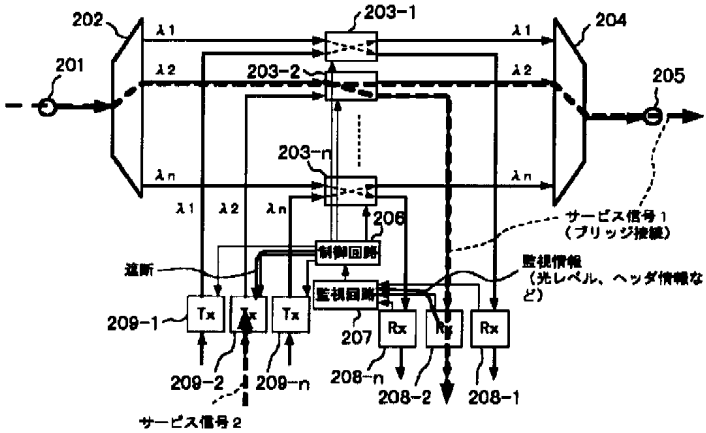
(b) 光再生機能+電気モニタ機能

【図 27】

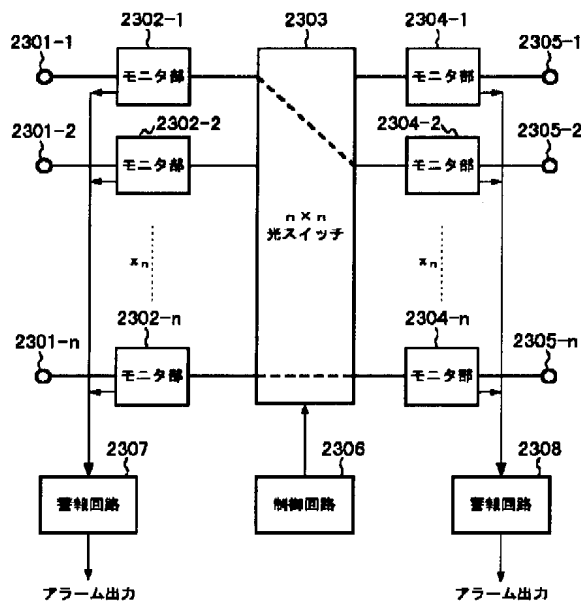


(c) 光再生機能+ヘッダ分離機能

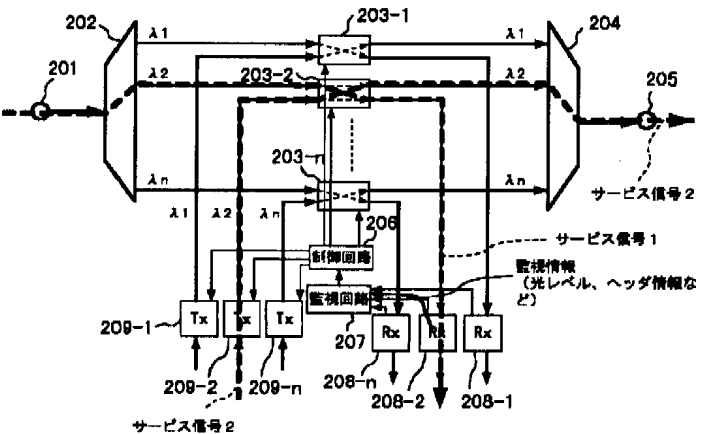
【図 19】



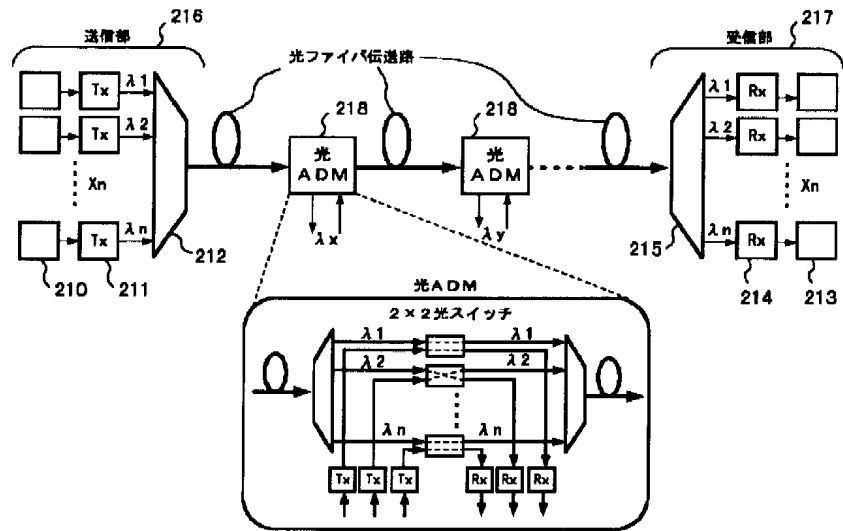
【図 34】



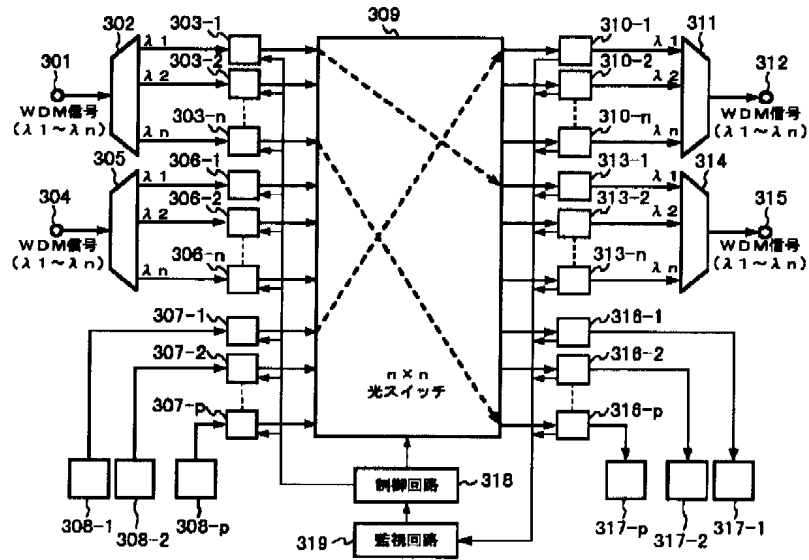
【図 20】



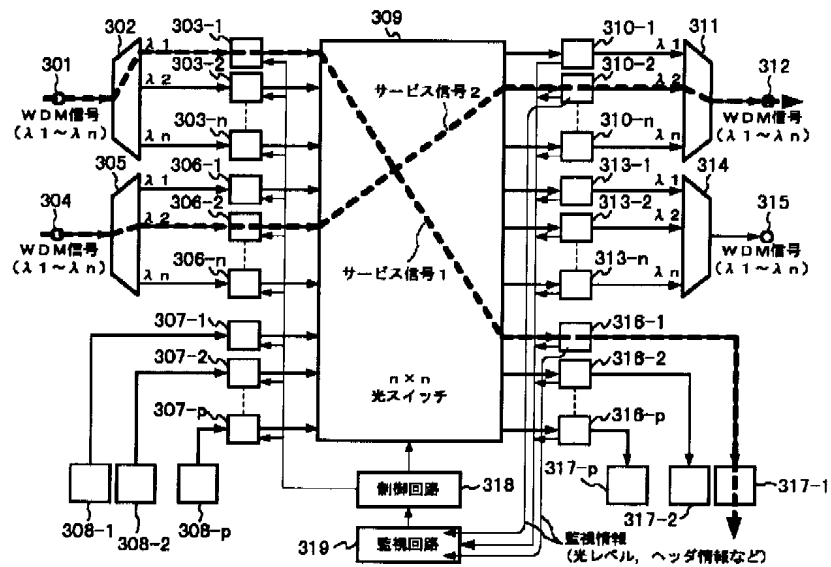
【図 28】



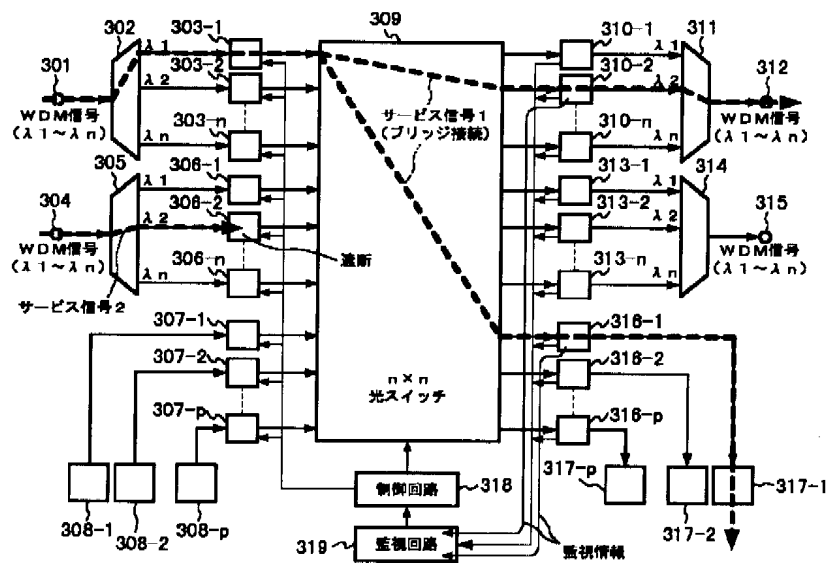
【図 29】



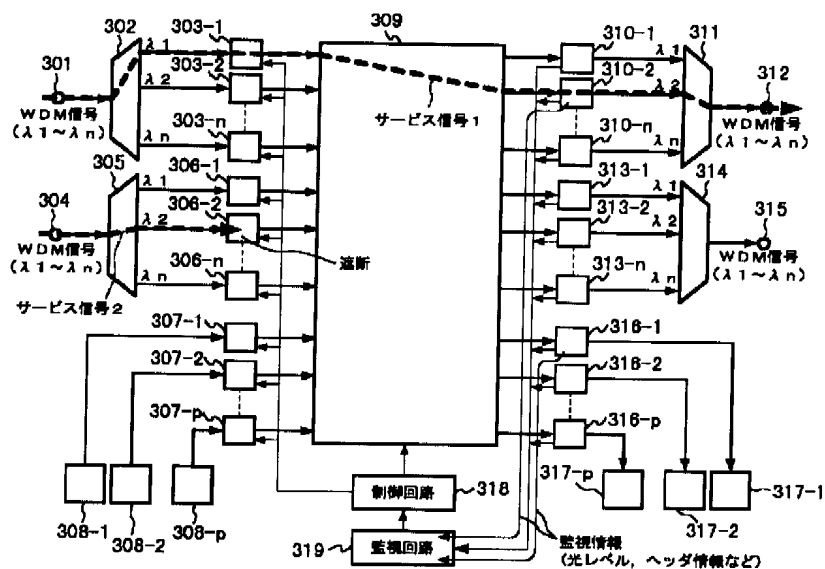
【図30】



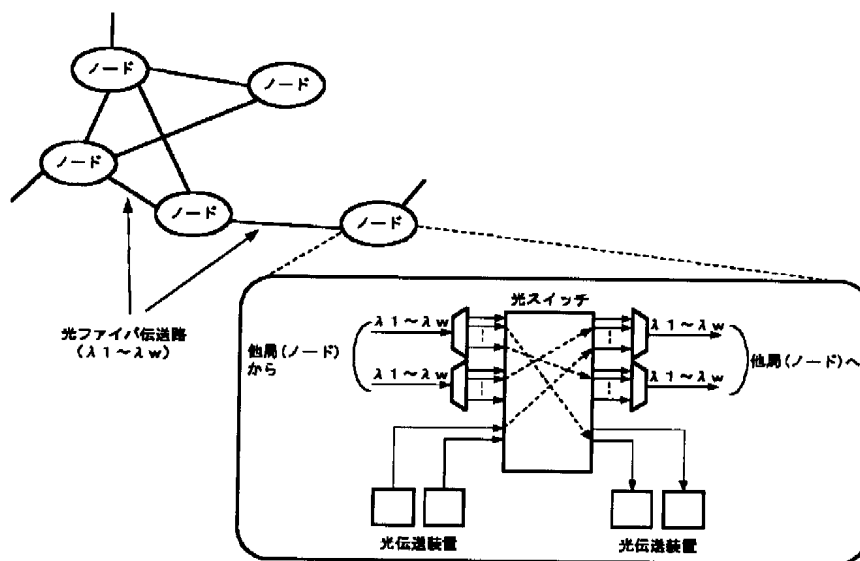
【図31】



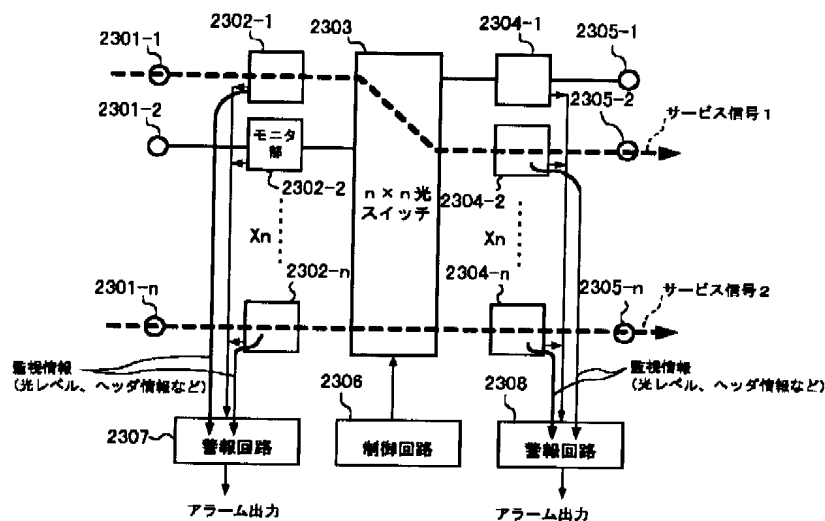
【図32】



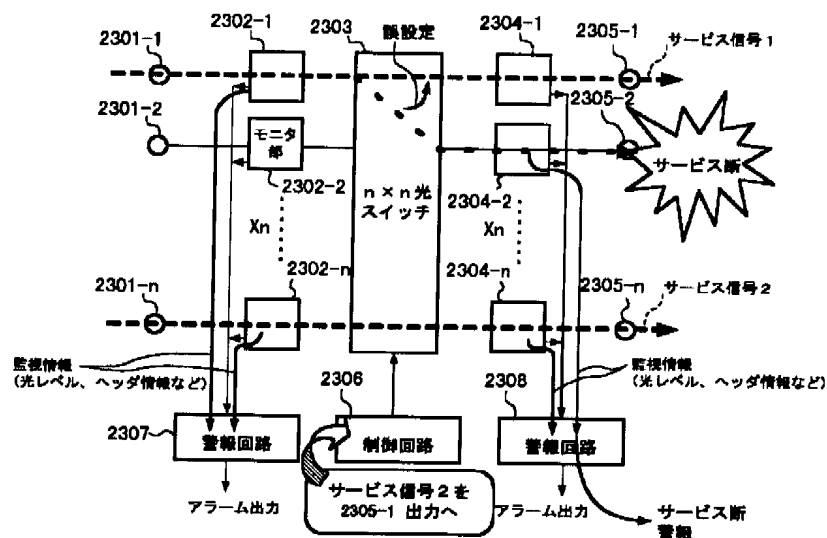
【図33】



【図 35】



【図 36】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H04B 10/02

識別記号

F I

テーマコード* (参考)